COMUNE DI ANDORA
PROVINCIA DI SAVONA

PUO A MODIFICA DELLO S.U.A. APPROVATO CON PROVVEDIMENTO FINALE IN DATA 16/03/2010 - DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE TR-CO2 IN AGGIORNAMENTO AL PUC

oggetto **RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - INTEGRAZIONI**

Data Settembre 2019

Proggettisti Arch. Paolo Ghione Geol. Vittorio Vezzaro
Geom. Anna Lisa Borghino Arch. Antonella Nalbone Arch. Isabella Rabellino

revisioni

		data	note		
1					
2					
3					
4					
5					

Elaborato

4

PREMESSA.

La presente relazione geologica geotecnica integra e sostituisce la relazione geologica per il PUO datata 2016, è stata redatta per valutare la compatibilità delle opere a progetto con la situazione geologica e geotecnica locale come previsto dalla vigente normativa nazionale e regionale.

In particolare è stata analizzata in dettaglio la verifica a liquefazione dei terreni sabbiosi ivi presenti già individuati potenzialmente liquefacibili secondo i criteri delle NTC2008 paragrafo 7.11.3.4.2 *esclusione dalla verifica a liquefazione,* ora NTC 2018 paragrafo 7.11.3.4.2.

Al fine di eseguire la verifica a liquefazione si è proceduto alla esecuzione di una nuova campagna geognostica il cui programma ed esito verrà dettagliato nel seguito.

In riferimento alla circolare regionale 77.341/8.706-2.034 del 30/07/1987 lo strumento urbanistico in questione viene classificato di tipo AP strumento urbanistico su terreni di pianura.

L'intervento in questione consiste in un PUO elaborato a modifica dello SUA approvato in data 16/03/2010 relativamente al porto di Andora distretto di trasformazione TR-CO2.

DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO.

Il progetto comporterà una completa ridistribuzione degli spazi e degli edifici dell'area portuale con demolizione di alcuni edifici esistenti, costruzione di un complesso di nuovi edifici a servizio del porto e nuova viabilità.

Gli interventi più rilevanti dal punto di vista geologico geotecnico sono:

- la realizzazione di un parcheggio per auto a cinque livelli di 30 metri di larghezza ed oltre 100 di lunghezza con un piano completamente interrato;
- la realizzazione di una nuova sede per la Capitaneria di Porto posizionata nell'angolo a nord ovest dell'area;
- la realizzazione di un nuovo capannone adibito a cantiere sul molo principale;
- vari nuovi edifici costituiti da solo piano terra destinati a scopi commerciali e/o tecnici;
- costruzione di apposti moli per travel-lift atto al sollevamento e messa a mare delle imbarcazioni;

Oltre alle opere sopra elencate ne sono previste altre di minima entità relative alla risistemazione della viabilità interna, di porzioni della scogliera e dei gavitelli.
Va inoltre menzionata la creazione di una pista ciclabile lunga circa 300 metri lungo il confine nord dell'area portuale, che consentirà ai pedoni di accedere direttamente alla spiaggia libera presente ad est senza entrare nel porto.

Per una descrizione più particolareggiata del PUO si rimanda agli elaborati tecnici.

INDAGINI GEOLOGICHE PREGRESSE.

1) Indagine geologica per il progetto preliminare di un nuovo depuratore a firma dello scrivente comprendente nell'ambito del presente PUO:

n° 2 sondaggi con prove SPT e prove di permeabilità Lefranc

2) Indagine geologica e geotecnica per il progetto definitivo del Piano Particolareggiato del Porto di Andora anno 2011 a firma geologi Santini e Canavero comprendente:

n° 5 sondaggi a carotaggio continuo con prove SPT e prelievo di campioni con esecuzione di n° 5 curve granulometriche sui sedimenti
n° 2 prove geofisiche HVSR
n° 4 stese sismiche tomografiche onde P
n° 10 MASW per misurazione profili Vs
n° 4 stazioni di rilevamento geomeccanico classificazione di Bieniawski

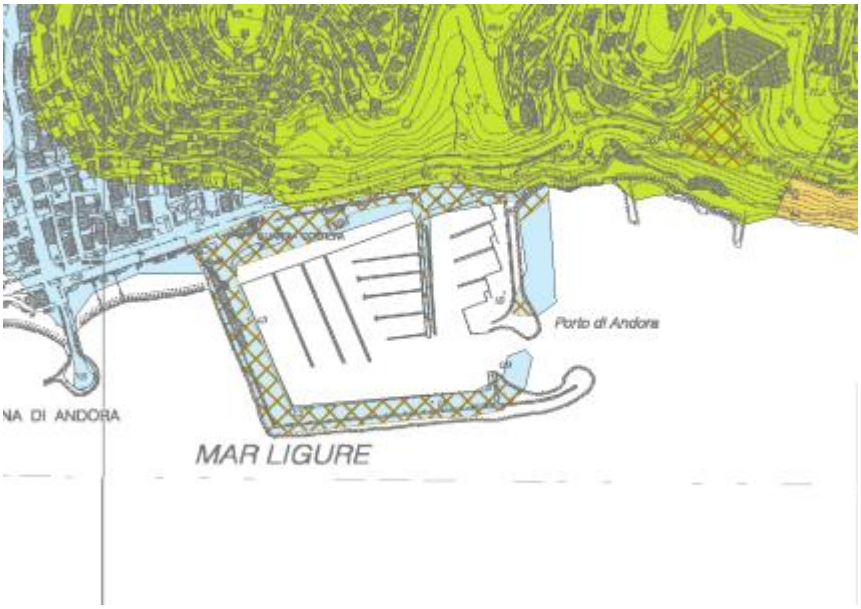
Si evidenzia che l'indagine del 2011 è stata sviluppata per un progetto significativamente diverso dall'attuale e quindi in buona parte posizionate sulla zona al piede del pendio e sul pendio lato levante, zona che nel presente progetto non è interessata da interventi edificatori.

Si riporta di seguito dalla relazione del progetto 2011 l'individuazione delle indagini.

Nella carta di analisi è individuata la posizione di tutte le prospezioni eseguite ad oggi.

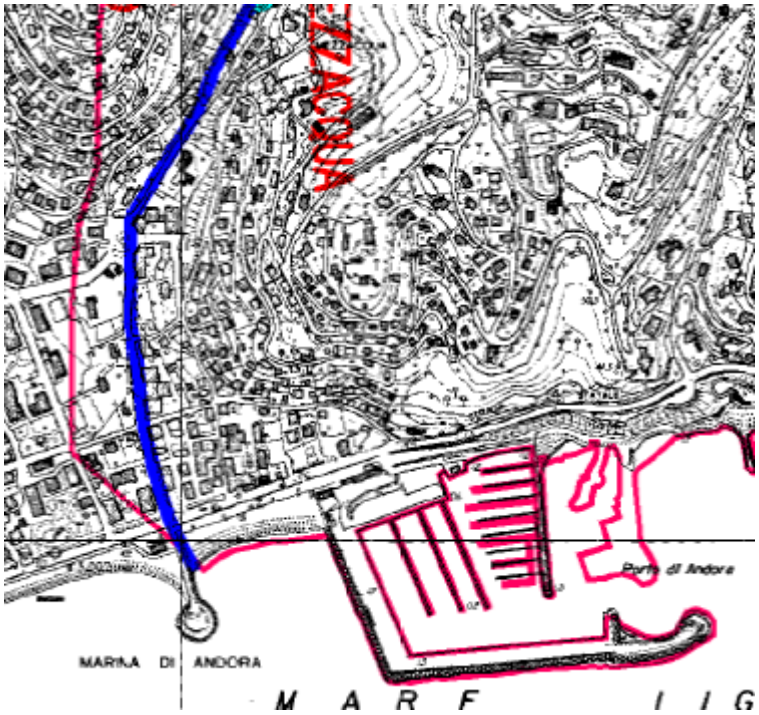
INDAGINI DIRETTE PREGRESSE		
Sondaggi a rotazione	S2-3	●
INDAGINI DIRETTE 2011		
Sondaggi a rotazione	S1-5	●
Stazioni di rilevamento	R 1-4	◆
INDAGINI INDIRETTE 2011		
Sismiche passive	HVSR1, 2	■
Sismiche attive	MASW1-5	———
Sismiche a rifrazione	ANDOVP 1-4	———

ANALISI DI COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO CON IL PIANO DI BACINO DELLA LIGGIA.

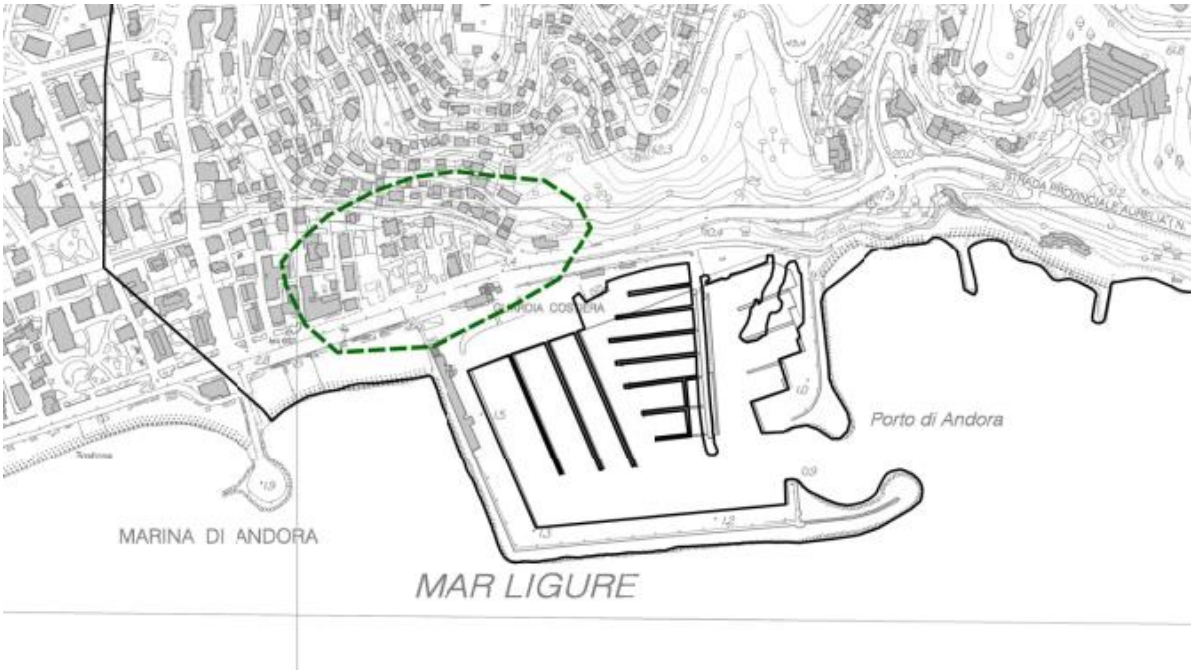


stralcio carta suscettività al dissesto zona Pg0 + B2

Aree speciali di tipo B2 discariche dismesse e riporti antropici: normativa di piano art 16 bis (aree speciali) art. 5 e 6.



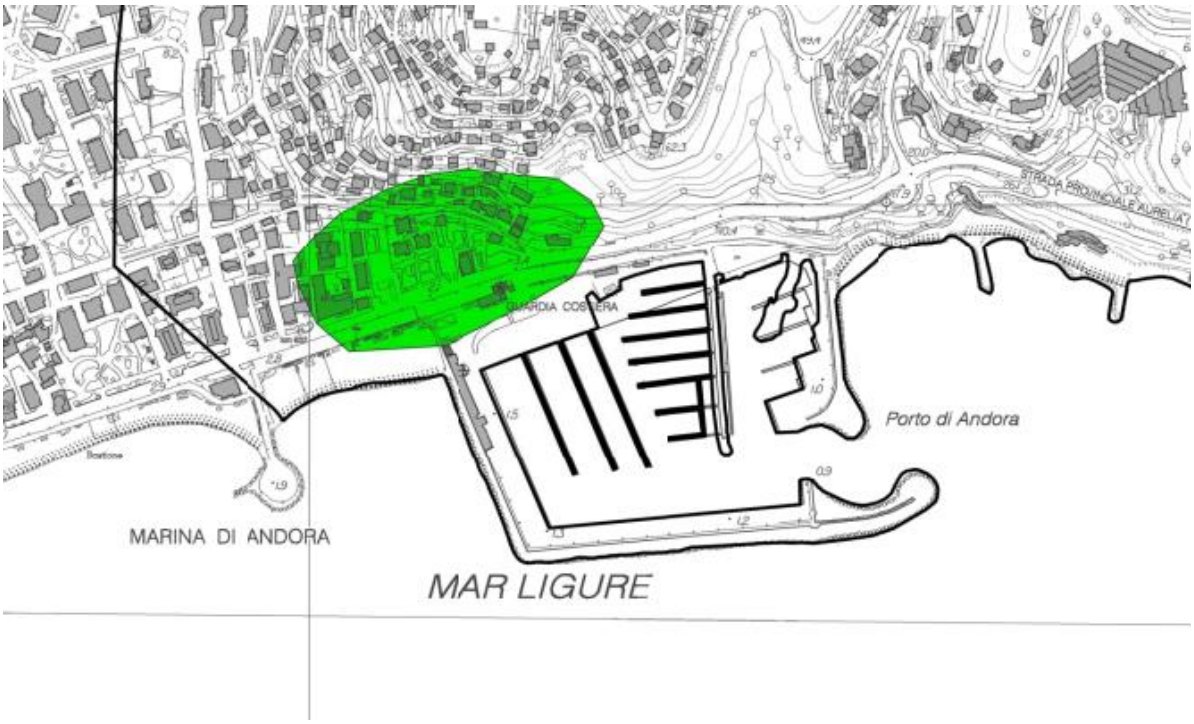
stralcio carta reticolo fluviale



Aree storicamente inondate (mappatura allegata alle DGR 2615/1998 e 594/2001)

-

stralcio carta delle aree inondabili



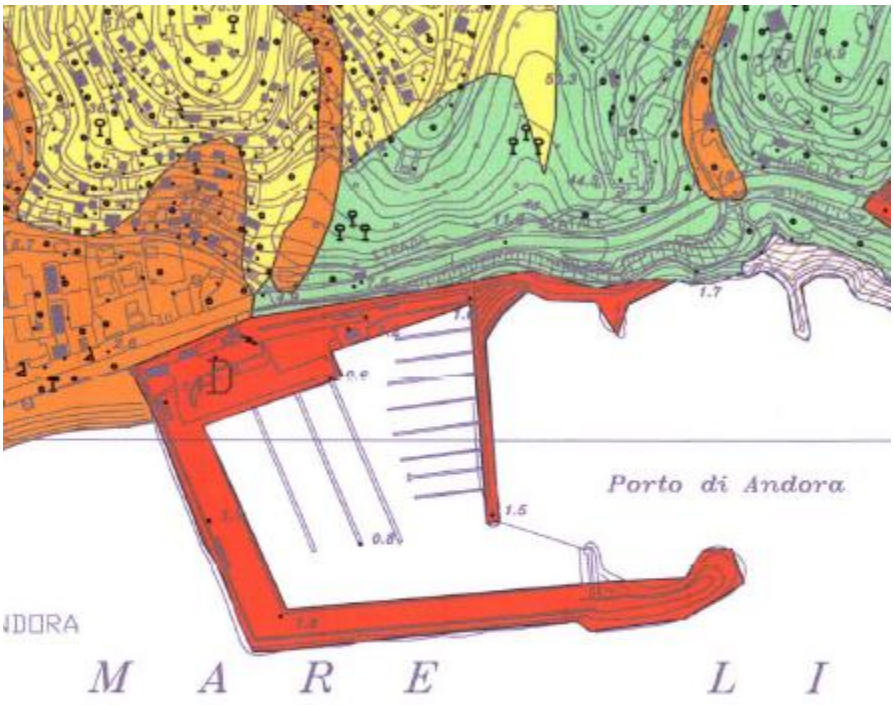
carta fasce di inondabilità: in verde fascia C: art.15 comma 4

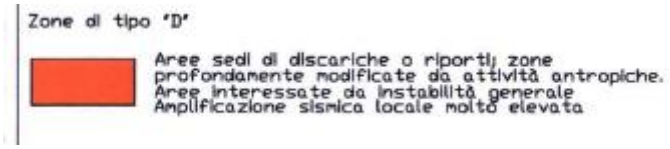
Si evidenzia che i fenomeni di allagamento dell'area hanno in generale interessato:
- la via Aurelia e la zona antistante il porto ma non la zona portuale oggetto dell'intervento e derivano dall'afflusso d'acqua proveniente dall'Aurelia stessa lungo Capo Mele dalla zona di strada delle Catene, tali afflussi sono stati molto ridotti da alcuni lavori di canalizzazione realizzati negli anni scorsi;

- la zona a monte dell'Aurelia ribassata rispetto alla strada statale è stata in passato interessata da ruscellamento proveniente dalla soprastante strada della Pineta, acque ora regimate mediante un cordolo che le porta verso tombinature esistenti del reticolo urbano.
Nell'evento alluvionale del novembre 2014 che ha interessato in modo significativo la zona di Andora la zona in oggetto non è stata interessata da allagamenti rilevanti.

PUC VIGENTE COMUNE DI ANDORA

Nella carta G5a zonizzazione geologico-tecnica in prospettiva sismica del PUC del Comune di Andora la zona in esame è classificata in categoria D





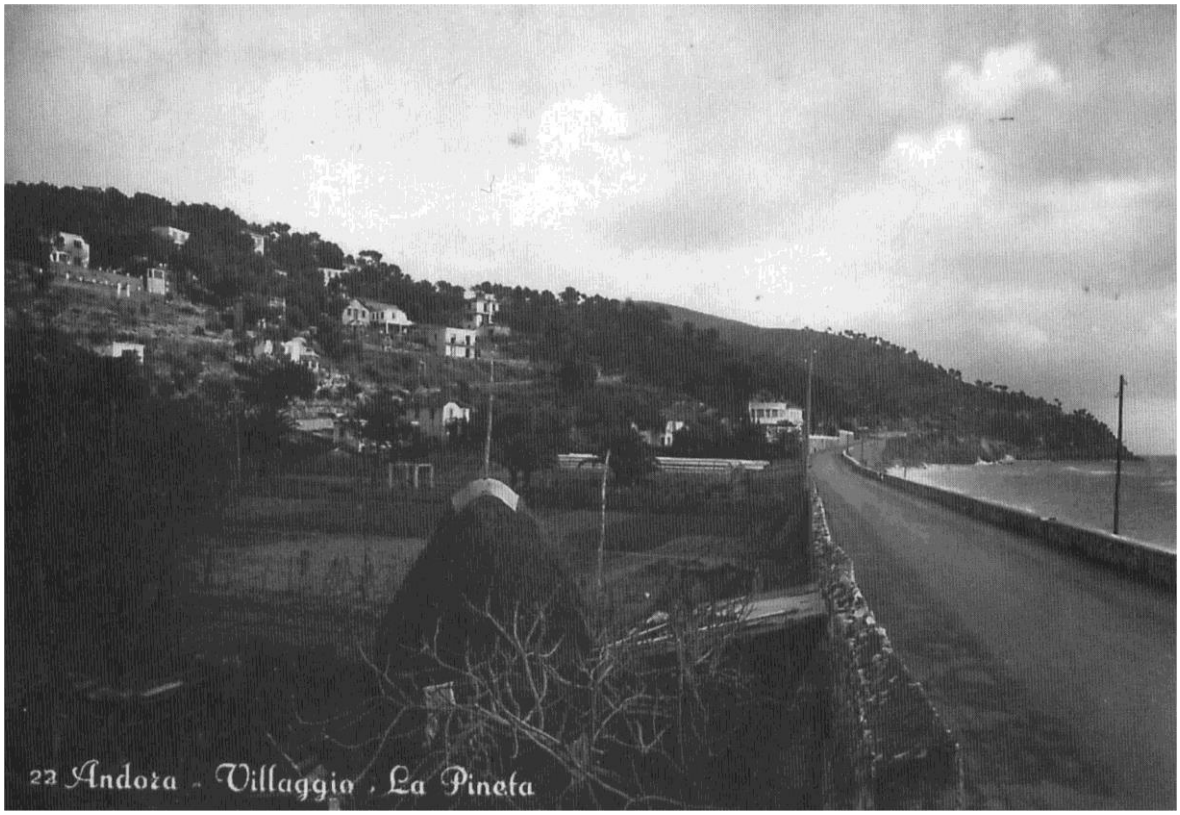
In relazione alla zonizzazione di PUC la specifica classificazione in area D risulta dalla presenza di estesi riporti e modificazioni antropiche.

Non risulta presenza di dissesti o instabilità nella zona di PUO

CONDIZIONI MORFOLOGICHE E GEOLOGICHE.

Il sito di interesse è ubicato alla base del promontorio di Capo Mele sul limite est della piana alluvionale costiera.

In particolare si rileva che la zona a valle dell'Aurelia è costituita da terreni di riporto in quanto la linea costiera era situata in prossimità della base del muro della strada come risulta dalle foto di seguito riportate.



Vista dei terreni a monte dell'Aurelia

Lembo di spiaggia a valle dell'Aurelia

la stessa zona fotografata nei primi anni '60 si nota l'esteso riempimento effettuato già prima della realizzazione del porto.

Al di sotto dei depositi costieri sabbio-ghiaiosi il substrato dell''area è compresa nella Formazione del Flysch di San Remo litofacies A (Capo Mele) caratterizzata da una netta

prevalenza di marne ed arenarie calcaree intercalati strati calcilutitici e scarsi strati arenaceo-argillitici.

Relativamente all'ammasso roccioso, sulla base del rilevamento geologico del versante a monte si osserva la presenza di pieghe di dimensioni decametriche che interessano la stratificazione in corrispondenza della linea di costa.

foto 1

foto 2

foto 3

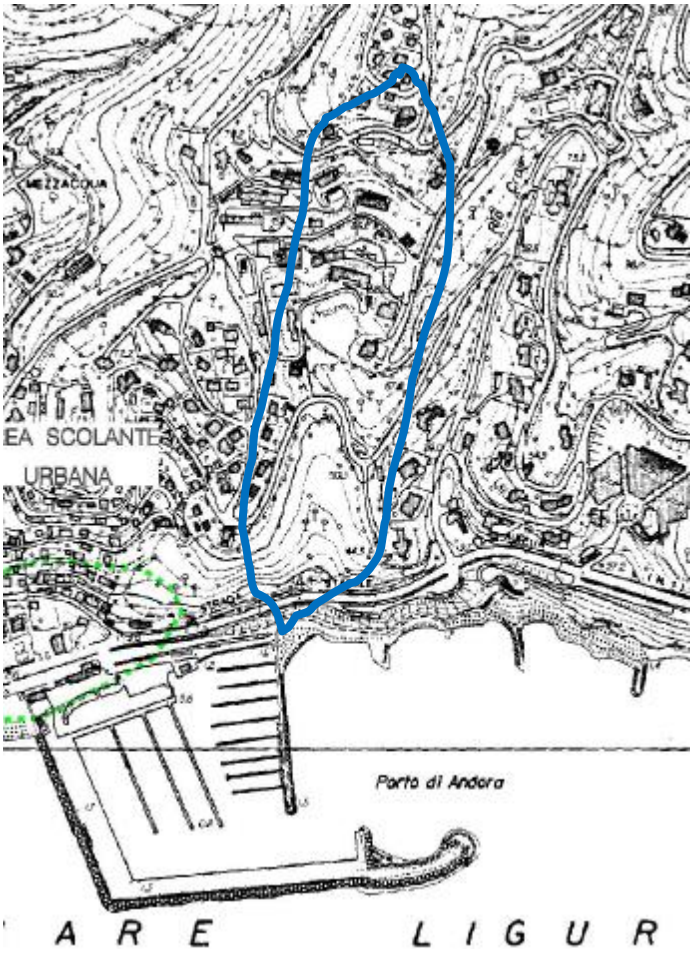
foto 4

IDROLOGIA.

I deflussi meteorici provenienti dal versante soprastante sono in gran parte intercettati dalla strada statale Aurelia.

All'interno dell'area confluisce mediante tombinatura sottostante la SS1 un piccolo impluvio avente superficie sottesa di 0,09 kmq già nel SUA approvato veniva prevista la sistemazione mediante tombinatura di detto colatore.

E' inoltre presente uno scarico d'acqua dal parcheggio soprastante lato levante che verrà anch'esso sistemato mediante tombinatura.



ANALISI DELLE RISULTANZE DEGLI ACCERTAMENTI GEOGNOSTICI ESEGUITI PER IL PROGETTO PRELIMINARE DEL DEPURATORE.

Sono stati eseguiti 3 sondaggi a carotaggio continuo di cui due S2 ed S3 nella zona del porto oggetto del presente PUO.

Il sondaggio S2 ha intercettato il substrato a 7 metri di profondità, terreno di riporto spessore 1,7 metri

Il sondaggio S3 ha intercettato il substrato a 10,80 m di profondità, terreno di riporto spessore 5 metri

Nel corso dei carotaggi sono state eseguite:

5 prove SPT nei terreni sedimentari e di riporto con i seguenti risultati

- S2 (sabbie e ghiaie con clasti grossolani) prof. 3 m N°colpi 37 -rif. (3 cm di avanzamento)
- S2 (sabbie e ghiaie con clasti grossolani) prof. 6 m N°colpi rif. (9 cm di avanzamento)
- S3 (riporti) prof. 3 m N°colpi 6-3-15 Nspt = 18
- S3 (sabbie fini) prof. 6 m N°colpi 4-3-2 Nspt = 5
- S3 (ghiaie sabbiose) prof. 9 m N°colpi 2-3-6 Nspt = 9

4 prove Lefranc di cui 3 a carico costante ed una a carico variabile per la determinazione della permeabilità dei terreni sedimentari attraversati con i seguenti risultati:

- S2 prof. da 4.50 a 5.5 m (sabbia e ghiaia limosa) K = 8 E-04 cm/s (permeablità scarsa)
- S2 prof. da 7.50 a 8.5 m (sabbia e ghiaia limosa) K = 7 E-04 cm/s (permeablità scarsa)
- S3 prof. da 3.00 a 4.0 m (materiale di riporto) K = 1,7E-02 cm/s (permeablità buona)
- S3 prof. da 6.50 a 7.0 m (sabbia fine limosa) K = 2 E-04 cm/s (permeablità scarsa)

Dall'esame delle stratigrafie si evidenzia in particolare che lo spessore dei terreni di riporto a valle dell'Aurelia varia tra circa 2 e 4 m mentre i depositi marini costieri arrivano sino alla profondità di circa 11.

All'interno dei fori di sondaggio sono stati posti piezometri a tubo microfessurato che hanno consentito di accertare come il livello della falda acquifera si attesti alla quota del livello del mare.

ANALISI DELLE RISULTANZE DEGLI ACCERTAMENTI GEOGNOSTICI ESEGUITI PER IL PROGETTO DEFINITIVO 2011.

Analizzando le indagini eseguite nella zona della banchina lato di levante rileviamo spessori delle copertura tra 3,40 metri in S3 e 4,70 metri in S2 in tale settore pare pressochè indistinguibile il passaggio tra riporti e sedimenti autoctoni:

- S2 (riporti ghiaio sabbiosi) prof. -1.5 m N°colpi 8-9-11 Nspt = 20
- S2 (riporti ghiaio sabbiosi) prof. -3.0 m N°colpi 3-6-5 Nspt = 11
- S2 (riporti ghiaio sabbiosi) prof. -4.50 m N°colpi 3-1-4 Nspt = 5
- S3 (riporti ghiaio sabbiosi) prof. -1.5 m N°colpi 14-9-9 Nspt = 18
- S3 (riporti ghiaio sabbiosi) prof. -3.0 m N°colpi 4-3-5 Nspt = 8

I sondaggi S2, S1, S5 sono stati attrezzati con piezometro micro fessurato.
Le letture eseguite evidenziano che nel sondaggio S2 la quota della falda risulta posizionarsi al livello del mare ovvero a circa -1 m dal piano campagna.
Nei piezometri posti sul pendio a monte risulta presente un battente idrico che si attesta ad un livello compreso tra +3 e +4 metri rispetto al livello medio marino evidenziando quindi la presenza di una falda acquifera degradante verso il mare all'interno dell'ammasso roccioso sul versante soprastante il porto.

Le 5 analisi granulometriche eseguite sui sedimenti evidenziano una prevalenza di terreni con coefficiente di uniformità < 3.50 in presenza di un marcato contenuto in frazione sabbiosa.
La frazione limo-argillosa è compresa tra il 2,3% ed il 5,6%

La sovrapposizione delle curve granulometriche alle fasce critiche in relazione alla possibilità di liquefazione (curve NTC 14.01.2008 ora trasposte nelle NTC 2018) evidenzia che i fusi granulometrici ricadono tra il 65% ed il 100% all'interno della fascia critica.

Indagini geofisiche.

La prova HVSR1 evidenzia un chiaro picco alla frequenza di 8 Hz coerente con uno spessore della copertura attorno a 4-5 metri.

La prova HVSR 2 presenta una curva molto meno netta senza un preciso picco di amplificazione.

Le prove MASW 4A e 4B risultano a mio avviso avere curve di dispersione di dubbia interpretabilità.

Le velocità delle Vs dei sedimenti sono inferiori a 360 m/s con substrato situato a profondità inferiore a 30 m dal piano campagna nella zona della banchina portuale centro orientale lato monte parallela alla via Aurelia consentendo quindi di classificare in prima istanza tale area come sito in categoria stratigrafica E.

In allegato sono riportati i rapporti dei sondaggi e delle altre prove eseguite.

NUOVA CAMPAGNA GEOGNOSTICA.

La nuova campagna di indagini è nata dalla esigenza di verificare il coefficiente di sicurezza a liquefazione delle sabbie su cui insistono i riporti con cui è stato realizzato il porto in osservanza di quanto specificato dalle NTC:

7.11.3.4.3 Metodi di analisi

Quando nessuna delle condizioni del § 7.11.3.4.2 risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili. Salvo utilizzare procedure di analisi avanzate, la verifica può essere effettuata con metodologie di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto. La resistenza alla liquefazione può essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito o di prove cicliche di laboratorio.

La sollecitazione indotta dall'azione sismica è stimata attraverso la conoscenza dell'accelerazione massima attesa alla profondità di interesse. L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista.

Si è programmata una nuova campagna di indagini geognostiche mediante una serie di 4 sondaggi posizionati nella parte occidentale dell'area portuale, in punti ritenuti significativi rispetto alle previsioni delle opere a progetto. Il sondaggio S4 è stato eseguito a bordo banchina in corrispondenza di dove dovrebbe essere costruito uno dei moletti per il travel-lift, in ragione della particolare installazione della macchina di perforazione non è stato possibile eseguire prove SPT in tale foro.

Le profondità investigate hanno consentito di campionare integralmente i depositi sabbiosi sciolti arrivando al substrato roccioso o a depositi argillosi e/o ruditici pre olocenici.

Alle profondità di interesse (intervallo 0 – 15 metri) sono stati prelevati campioni idonei per la determinazione delle proprietà indice e delle granulometrie, programmando su un campione particolarmente rappresentativo l'esecuzione di un set di 4 prove triassiali cicliche (TXC) in controllo di carico secondo ASTM D 5311-11.

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti dalla ditta M3D di Genova

Le prove di laboratorio sono state eseguite da laboratorio geotecnico RINA di Genova.

Sono state poi eseguite a cura dello scrivente n° 4 stese MASW atte a determinare i profili di Vs nell'area investigata con i sondaggi.

La posizione delle nuove indagini è riportata nella carta di analisi

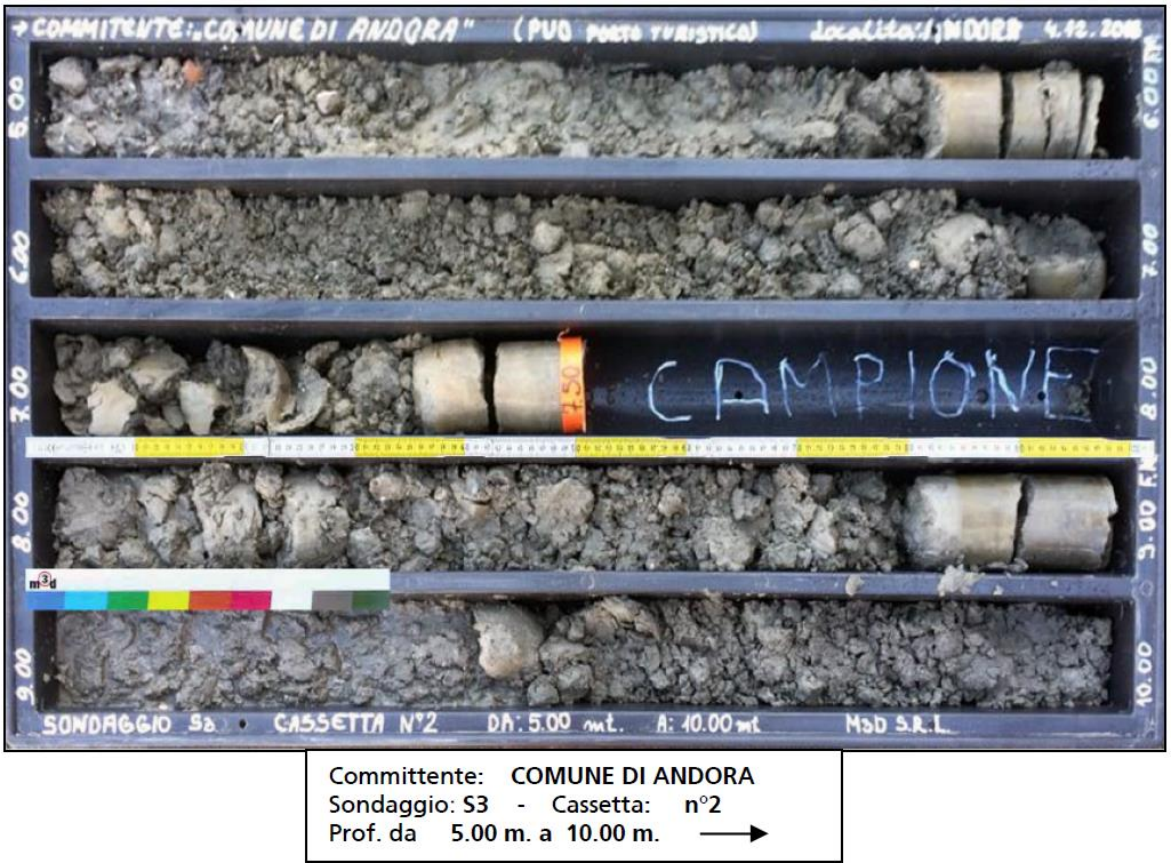
Il rapporto sui sondaggi e sulle prove di laboratorio è stato fornito dalla M3D ed è allegato alla presente relazione

Il rapporto con l'interpretazione delle stese MASW è riportato in allegato alla presente relazione

ANALISI DEI RISULTATI DEI SONDAGGI.

I 4 sondaggi hanno consentito di investigare integralmente i depositi sabbiosi sciolti sottostanti la colmata portuale arrivando al substrato roccioso o a depositi argillosi e/o ruditici pre-olocenici.

La potenza della colmata a mare è mediamente di 5 metri, al di sotto sono presenti sabbie limose (frazione limosa particolarmente evidente in S2) con passate ghiaiose il cui spessore varia dai 2,5 metri del sondaggio S1 a 10,4 m in S2, 10,70 m in S3, e 13.50 metri in S4.
In base ai valori di Nspt è possibile stimare una densità relativa delle sabbie compresa tra 40% e 70%



Sabbie sondaggio S2

Sotto le sabbie, sul lato verso il versante di Capo Mele, si rileva direttamente il substrato del Flysh mentre verso la piana in S2 si individuano depositi compatti limo-argillosi

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S2** - Cassetta: **n°4**
Prof. da **15.00 m. a 20.00 m.** ⟶

Nei sondaggi a mare, al di sotto delle sabbie, si individuano depositi compatti limo-argillosi passanti verso il basso a limi argillosi frammisti a materiale lapideo grossolano

Nella tabella di seguito allegata è riportato per ogni sondaggio lo schema con le prove di laboratorio, gli esiti delle prove, proprietà indice, granulometrie, valori delle Nspt.

Dal valore di Nspt è stata effettuata un calcolo del valore densità relativa delle sabbie da che è risulta compresa tra un valore minimo di 40% e oltre 60%

L'analisi di forma e dimensioni delle ghiaie e sabbie dei campioni effettuate dal laboratorio ha evidenziato che i grani risultano di forma angolare, duri e resistenti.

		sondaggio 1 quota + 1.25				sondaggio 2 quota + 3.25					sondaggio 3 quota + 1.50					sondaggio 4 quota 0.0			
prof	N campione	granulometria	LL/LP/IP	Dr	Nspt	N campione	granulometria	LL/LP/IP	Dr	Nspt	N campione	granulometria	LL/LP/IP	Dr	Nspt	N campione	granulometria	LL/LP/IP	Nspt
0 -1																			
1-2				0,42	7														
2-3																			
3-4				0,52	11														
4-5	S1C1	sabbia ben gradata con limo SW-SM ghiaia 0.08% sabbia 89.10% fini 10.82% D50 = 0.187 U=2.7	Limiti ND non determinabili	0,55	13														
5-6									0,74	25									
6-7				0,48	11						S3C1	sabbia limosa SM ghiaia 2.16% sabbia 62.05% limo 28.89 argilla 6.90% fini 35.79% D50 = 0.133 U=11.35	Limiti ND	0,51	12				
7-8	S1C2	sabbia ben gradata con limo SW-SM ghiaia 8.62% sabbia 81.62% fini 9.76% D50 = 0.381 U= 7.79	Limiti ND			S2C1	sabbia limosa SM ghiaia 1.16% sabbia 83.69% fini 15.15% D50 = 0.201 U=3	Limiti ND			S3Ci1	sabbia limosa SM ghiaia 5.41% sabbia 82.38% fini 12.21% D50 = 0.206 U=3	Limiti ND peso volume 18.30 kN/m^3 W 19.80%			S4C1	sabbia limosa SM ghiaia 0.0% sabbia 56.21% limo 33.63 argilla 10.16% fini 43.79% D50 = 0.086 U=22.61	Limiti ND	
8-9									0,6	18									
9-10						S2C2	sabbia argillosa SC ghiaia 1.92% sabbia 57.20% limo 32.66% argilla 8.22% fini 40.88% D50 = 0.145 U=22.73	Limiti ND			S3C2	sabbia limosa SM ghiaia 1.75% sabbia 77.32% limo 17.85 argilla 3.08% fini 20.93% D50 = 0.148 U=5.8	Limiti ND	0,55	15	S4Ci1	sabbia limosa SM ghiaia 0.0% sabbia 71.83% limo 22.90 argilla 5.27% fini 28.17% D50 = 0.132 U=13.35	Limiti ND peso volume 19.72 kN/m^3 W 18.70%	
10-11														0,6	18				
11-12									0,66	22						S4C2	sabbia argillosa SC ghiaia 1.65% sabbia 67.59% limo 26.64 argilla 4.12% fini 30.76% D50 = 0.115 U=5.30	Limiti ND	
12-13											S3Ci2 TXC	sabbia poco gradata SP ghiaia 0% sabbia 95.96% fini 4.04% D50 = 0.227 U=2.08	Limiti ND peso volume 18.64 kN/m^3 W = 22%						
13-14									0,72	27				0,73	27				
14-15																			
15-16										R									
16-17																			
17-18															R				

ANALISI DEI RISULTATI DELLE PROVE GEOFISICHE MASW E DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI SOTTOSUOLO.

Le stese masw 1 e masw 2 sono state correlate con il sondaggio S1 mentre la masw 4 è stata correlata con i sondaggi S3 ed S4. La posizione del substrato (orizzonte con Vs>800m/s) risultata dalla diverse prove masw, considerati i limiti del metodo geofisico e la diversa posizione delle indagini, ben si relaziona con quanto evidenziato dalle stratigrafie:

1. S1 individua il substrato a poco più di 7 metri di profondità dal piano campagna e le masw posizionano un sismostrato con Vs > 800m/s a poco meno di 7 metri nella 1° masw e poco meno di 6 metri nella 2° masw;
2. S3 ed S4 si approfondiscono rispettivamente di 22,4 metri e 29 metri dal piano di campagna (superficie del molo) senza individuare un orizzonte stratigrafico di roccia massiva ma solo un livello di transizione associabile eventualmente a cappellaccio di alterazione e/o depositi di pezzatura fortemente variabile in matrice sabbio-limosa;
3. la masw 3 individua un orizzonte con Vs > 800m/s a poco più di 4 metri dal piano di campagna. Tale discontinuità è sempre correlabile ad S1 se si considerata che la posizione della stesa si trova a circa 20 metri più a monte del sondaggio stesso.

Dai modelli proposti si elaborano le seguenti $Vs_{EQUIVALENTE}$:

- 1° masw : $Vs_{EQUIVALENTE}$= 282m/s;
- 2° masw : $Vs_{EQUIVALENTE}$= 211m/s;
- 3° masw : $Vs_{EQUIVALENTE}$= 289m/s;
- 4° masw : $Vs_{EQUIVALENTE}$= 327m/s;

La velocità della Vs equivalente risulta sempre nell'intervallo compreso tra 180 e 360 m/s ascrivibile quindi alla categoria di sottosuolo C. L'individuazione, nella parte a terra, del substrato con Vs > 800/m/s a profondità inferiore a 30 metri porta tale porzione d'area a ricadere in categoria di sottosuolo E.

E' possibile quindi suddividere l'area in due porzioni a cui associare diversa categoria di suolo. Per tutte le aree della banchina ad esclusione del molo principale:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E**:** *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.*

Per le aree del molo principale:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO C**:** *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

PARAMETRI SISMICI.

Sulla base della categoria di suolo e topografica si ricaveranno i parametri sismici secondo le NTC 2018.

Trattandosi di area pianeggiante la zona rientra nella categoria topografica T1 (aree con pendenza inferiore a 15°).

In allegato si riportano i parametri sismici calcolati mediante il foglio di calcolo ministeriale SPETTRI - NTC ver. 1.0.3:

- categoria di sottosuolo E, categoria topografica T1.
- categoria di sottosuolo C, categoria topografica T1.

SISMICITA' DELL'AREA.

Il Comune di Andora era classificato al 2016 in zona 3S secondo la D.G.R. N°1362 del 19/11/2010.

Successivamente con l'entrata in vigore della D.G.R. N° 216 del 17/03/2017 – "aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria", l'intero territorio del comune di Andora è risultato ricadere nella **Zona 2** ricadendo quindi tra i Comuni soggetti ad autorizzazione sismica preventiva ai sensi dell'art. 94 D.P.R.380/2001 e s.m.i

RISULTANZE STORICHE SU PROCESSI DI LIQUEFAZIONE NELL'AREA.

Come noto l'evento sismico più rilevante che ha interessato l'area è il terremoto del 1897 cui è stata attribuita una magnitudo attorno a 6.3; per tale evento esistono importanti fonti bibliografiche.

I riscontri degli eventi di liquefazione sui terremoti storici sono stati catalogati da ISMES – Galli e Meloni "Nuovo catalogo nazionale dei processi di liquefazione avvenuti in occasione dei terremoti storici in Italia". In base alla consultazione del catalogo risultano riscontri di fenomeni di liquefazione per codesto evento sismico riferite ai comuni di Albenga, Ceriale, Vado Ligure. Nulla risulta riguardante il comune di Andora.

Rif	Parametri epicentrali degli eventi sismici Data	Lat	Lon	Io	M	ZONA	SITO	Parametri dei siti con segnalazioni di indizi di liquefazione Lat	Lon	d km	Is	Lito	F	Tipo
182	1887.02.23	43 52	08 07	9,0		Riviera di Ponente	Albenga	44 03	8 13	22	6,5			A4
183	1887.02.23	43 52	08 07	9,0		Riviera di Ponente	Ceriale	44 06	8 14	28	7,0	All Oloc		A1 A4-5
184	1887.02.23	43 52	08 07	9,0		Riviera di Ponente	Vado Ligure	44 16	8 27	52	6,0	All Oloc		A1 A4-5 B

Tipo, tipologia delle manifestazioni riportate:
A: aperture del terreno e fenomeni connessi;
A1 - formazioni di aperture nel terreno (fessure, fori, buche, ecc) in siti con caratteri particolarmente adatti alle liquefazioni (zone paludose, rive di laghi, spiagge, piane fluviali, delta, ecc);
A2 - fuoriuscita di acqua;
A3 - fuoriuscita di fango e\o sabbia e\o ghiaia;
A4 - fuoriuscita di acqua mista a fango e\o sabbia e\o ghiaia;
A5 - formazione di vulcanelli di sabbia (fontane di sabbia);
B: formazione di avvallamenti o sprofondamenti del terreno interessanti aree pianeggianti generalmente di limitate estensioni;
C: cedimenti, quasi sempre accompagnati da perdita di verticalità, di strutture edilizie fondate su depositi sabbiosi;

VERIFICA DI SUSCETTIVITA' ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI SABBIOSI.

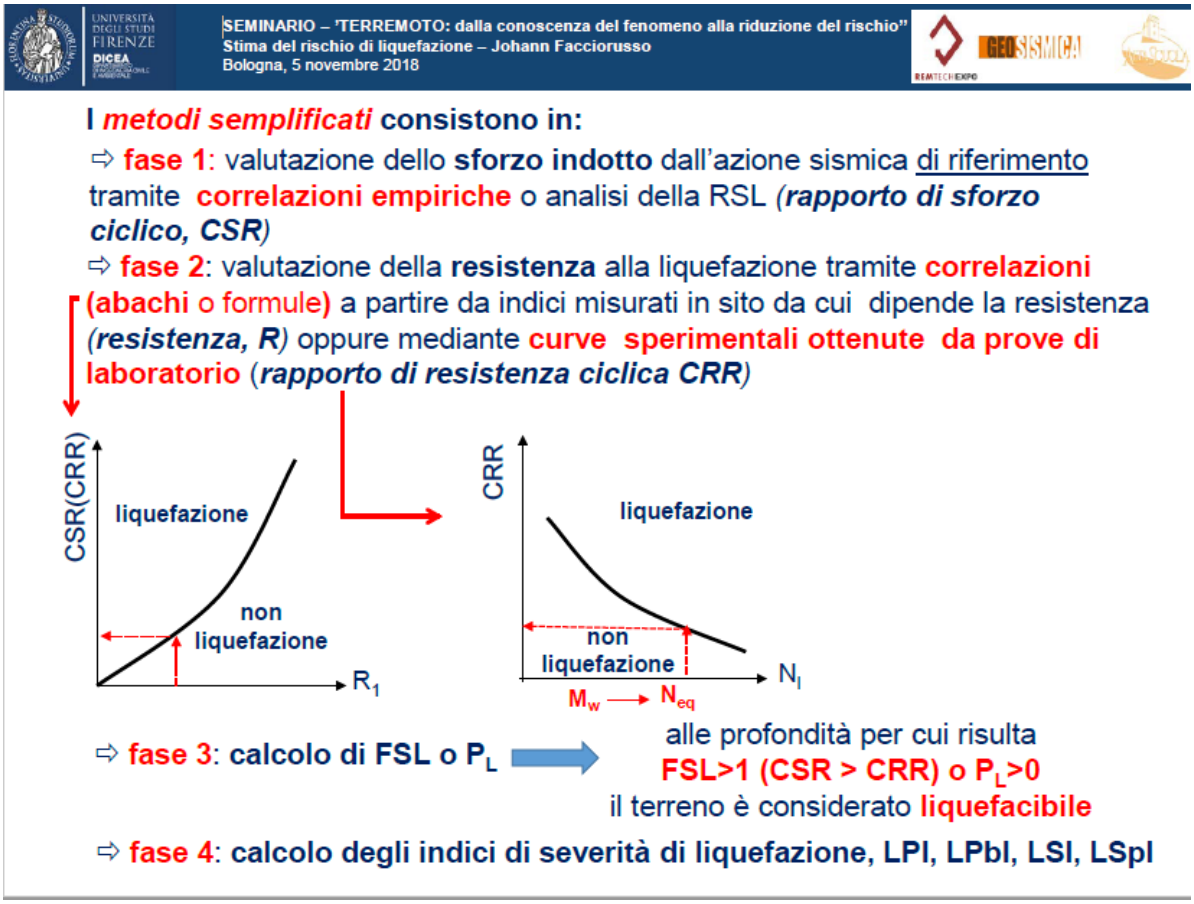
In letteratura esistono numerosi metodi per valutare la possibile liquefazione dei terreni; i metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ.

La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione:

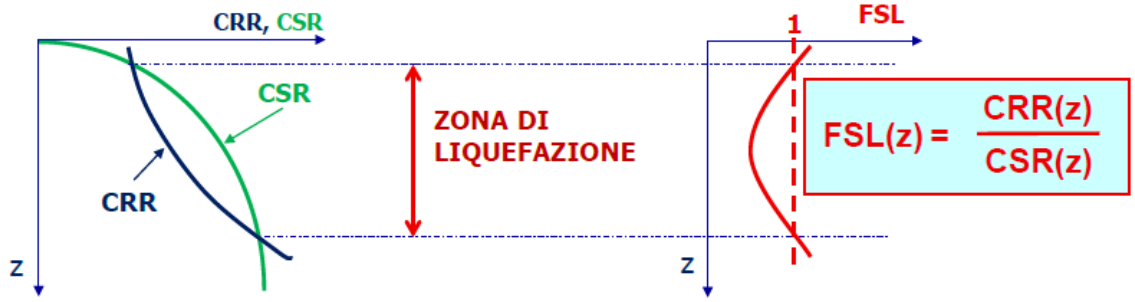
Fl =CRR/CSR

dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

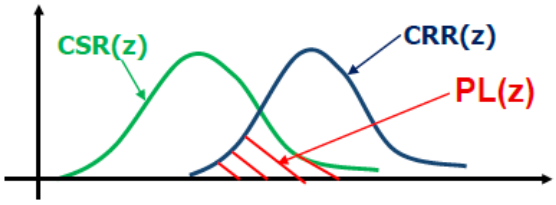
Se il fattore è Fl > 1.25 la liquefazione è da escludere; se è FL < 1.25 è possibile che avvengano fenomeni di liquefazione. I metodi semplificati differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata CRR, la resistenza alla liquefazione; il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT oppure utilizzando prove statiche (CPT) o prove di misurazione delle onde di taglio Vs.



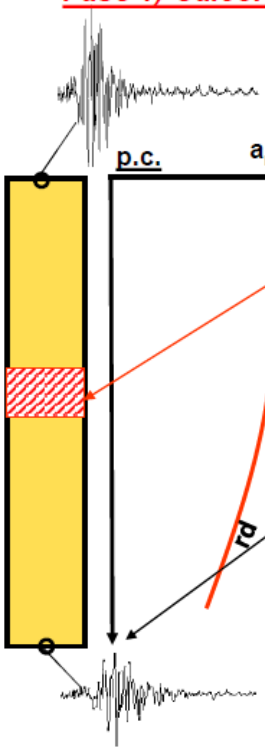
I metodi deterministici consentono di esprimere il rischio di liquefazione in termini di fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione, FSL:



I metodi probabilistici esprimono invece il rischio di liquefazione in termini di probabilità di inizio liquefazione, P_L:



Fase 1) Calcolo di CSR



L'espressione più diffusa per CSR è la seguente (*Seed & Idriss, 1971*):

f(z)

$$CSR = \left(\frac{\tau_{eq}}{\sigma'_{v0}}\right) = 0.65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}\right) \cdot r_d$$

a_{max}= accelerazione max in superficie
σ_{v0}= tensione litostatica verticale totale
σ'_{v0}= tensione litostatica verticale efficace
r_d= fattore di profondità
$0 < z < z_{cr} = 15 \div 20$ m = profondità critica entro cui gli effetti della liquefazione in superficie sono ritenuti significativi

N.B. Per determinare $\tau_{eq}(z)$ si può anche ricorrere all'analisi RSL condotta secondo l'approccio numerico

17

Le relazioni per la valutazione di CSR sono state dedotte su base empirica, dalle osservazioni del comportamento di depositi naturali durante eventi sismici con magnitudo di momento M pari a 7.5. Di conseguenza, laddove il terremoto atteso nell'area sia caratterizzato da una magnitudo diversa è necessario rivalutare la sollecitazione sismica introducendo il coeff. correttivo Msf di cui sopra.

MAGNITUDO di riferimento per le verifiche a liquefazione.

Per le verifiche a liquefazione del sito è innanzitutto necessario definire la Magnitudo del momento sismico (Mw) di riferimento parametro che consente di determinare il coefficiente correttivo Msf correttivo del valore del CSR (rapporto di tensione ciclica Ciclic Strass Ratio) riferito al terremoto di magnitudo 7.50.

Tabella 1 - Magnitudo Scaling Factor

Magnitudo	*Seed H. B. & Idriss I. M. (1982)*	*Ambraseys N. N. (1988)*	*NCEER (Seed R. B. et al.) (1997; 2003)*
5.5	1.43	2.86	2,21
6.0	1.32	2.20	1,77
6.5	1.19	1.69	1,44
7.0	1.08	1.30	1,19
7.5	1.00	1.00	1,00
8.0	0.94	0.67	0,84
8.5	0.89	0.44	0,73

Un utile riferimento in materia sono le "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione (LQ) anno 2017; **Commissione tecnica per la microzonazione sismica** (articolo 5, comma 7, OPCM 13 novembre 2010, n. 3907)" appendice A – metodologie impiegate per il calcolo della Mw per la valutazione della suscettività a liquefazione.

In linea generale due metodi correnti sono:

1. tramite le zone sismogenetiche ZS9, che indicano una magnitudo massima per ogni zona;
2. tramite la mappa interattiva di pericolosità sismica dell'INGV (indirizzo esse1-gis.mi.ingv.it), in cui è possibile calcolare il terremoto di scenario basandosi sul concetto di disaggregazione della pericolosità sismica in cui si sommano i contributi dovuti alle singole coppie magnitudo-distanza degli epicentri ricadenti all'interno dell'area di riferimento (50 km).

Il primo metodo non considera il tempo di ritorno come da normativa pertanto risulta fortemente gravoso ed alcuni autori ritengono di doversi applicare detto metodo per le opere importanti.

Il secondo metodo è sicuramente meno oneroso e in linea generale può essere utilizzato per le opere di ordinaria importanza, alcuni autori indicano eventualmente di utilizzare cautelativamente invece che il valore medio della magnitudo il valore della magnitudo che comprende il 90% del contributo alla pericolosità.

Di seguito si riportano i valori di Mw ottenuti per ognuno dei metodi applicati:

1. Mw = 6,37 Zona sismogenetica 910
2. metodo della disaggregazione $M_{media} = 5,12$ - $M_{90\%} = 6.00$

con distanza epicentrale di 9.60 km per evento con probabilità di superamento del 10% (tempo di ritorno 475 anni corrispondente al SLV riferito ad un'opera di ordinaria importanza, vedi allegato).

Tutto ciò premesso si è ritenuto nello specifico carico di eseguire le verifiche utilizzando una magnitudo di riferimento Mw = 6.0

Stima di a_{max}

Il picco di accelerazione massima atteso in superficie per l'evento sismico atteso si ottiene dalla pericolosità sismica di base quantificando gli effetti amplificativi del deposito.

La pericolosità sismica di base fornisce il valore della accelerazione orizzontale massima a_g attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria A) con superficie topografica orizzontale.

Il valore di a_g è corretta mediante il valore della amplificazione stratigrafica Ss e per quanto riguarda la topografia mediante il valore della amplificazione topografica St.

L'evento sismico atteso di progetto è legato all'importanza ed alla classe d'uso della struttura, corrispondente nelle strutture ordinarie allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita "SLV" periodo di ritorno di 475 anni

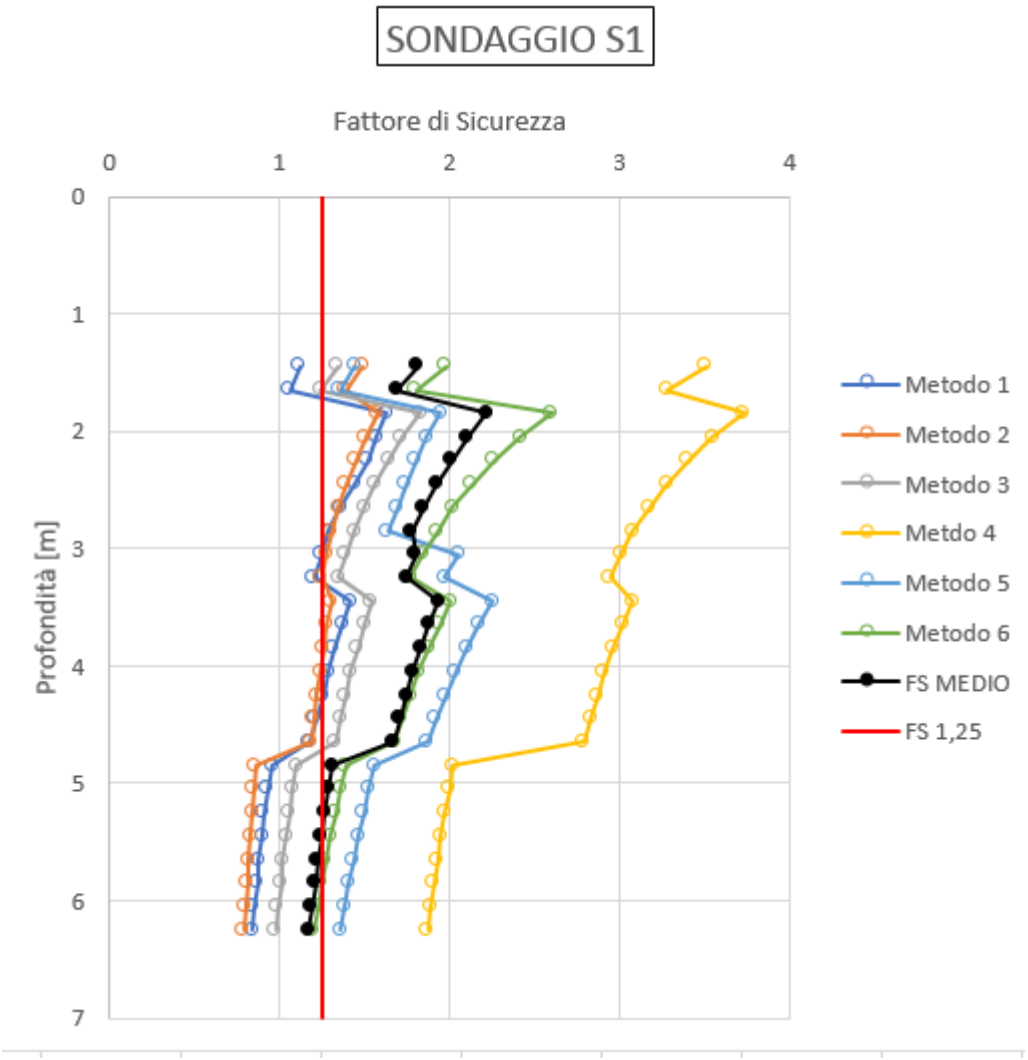
$$a_{max} = a_g * Ss * St$$

Il calcolo della accelerazione di riferimento è stato effettuato mediante il foglio di calcolo ministeriale SPETTRI - NTC ver. 1.0.3.

VERIFICHE A LIQUEFAZIONE CON METODI SEMPLIFICATI DA ESITO PROVE STP ESEGUITE NEI SONDAGGI S1 – S2 – S3.

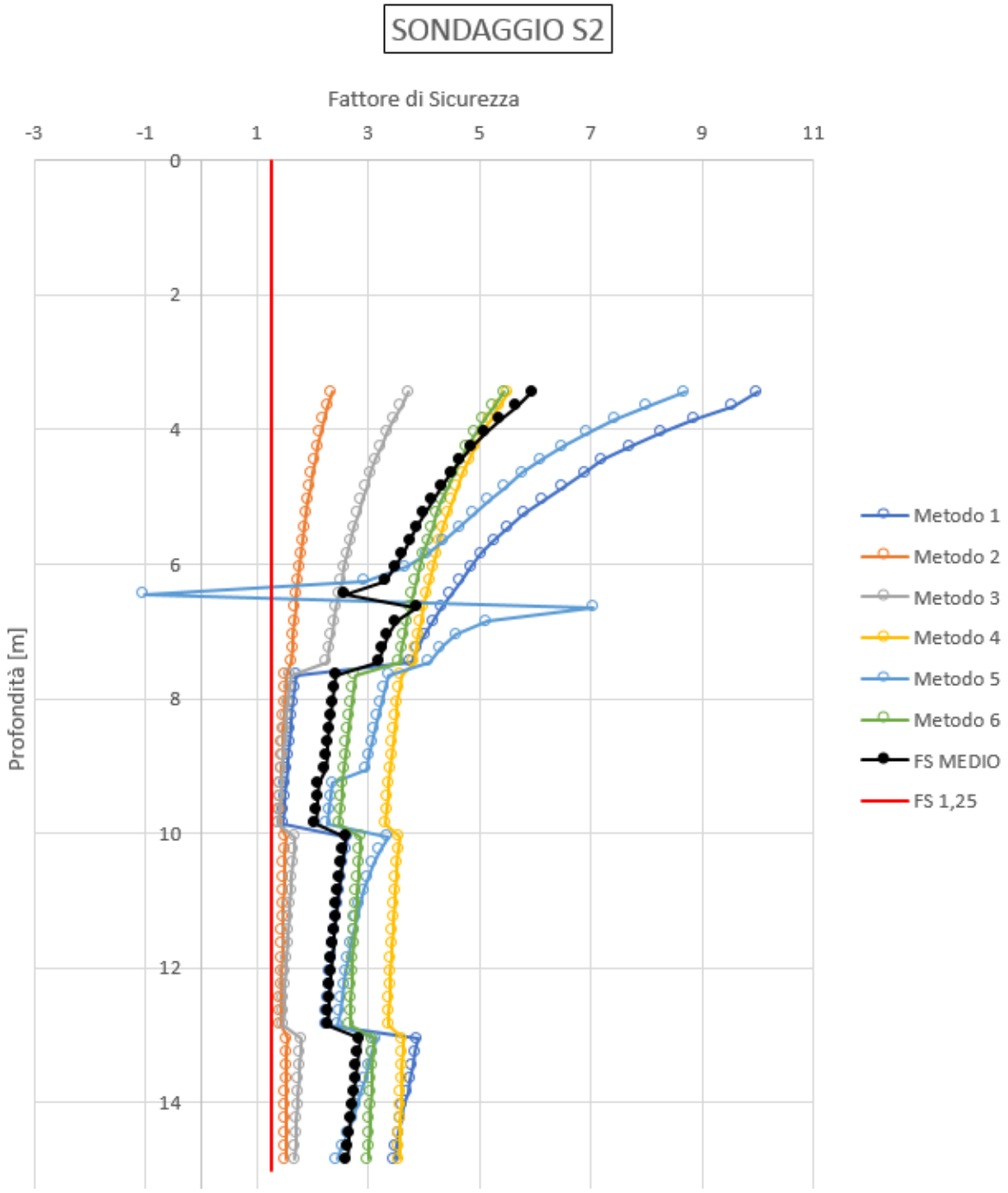
Le verifiche sono state eseguite con il programma di calcolo LIQUITER della Geostru utilizzando una serie di metodologie di calcolo di uso corrente, nell' allegato sono descritte le metodologie e riportati i dettagliati esisti delle verifiche.

Di seguito si riportano i grafici in termini di profondità - coefficiente di sicurezza per le tre verticali indagate ricavato secondo le varie metodologie ed espresso anche come valore medio degli Fs.



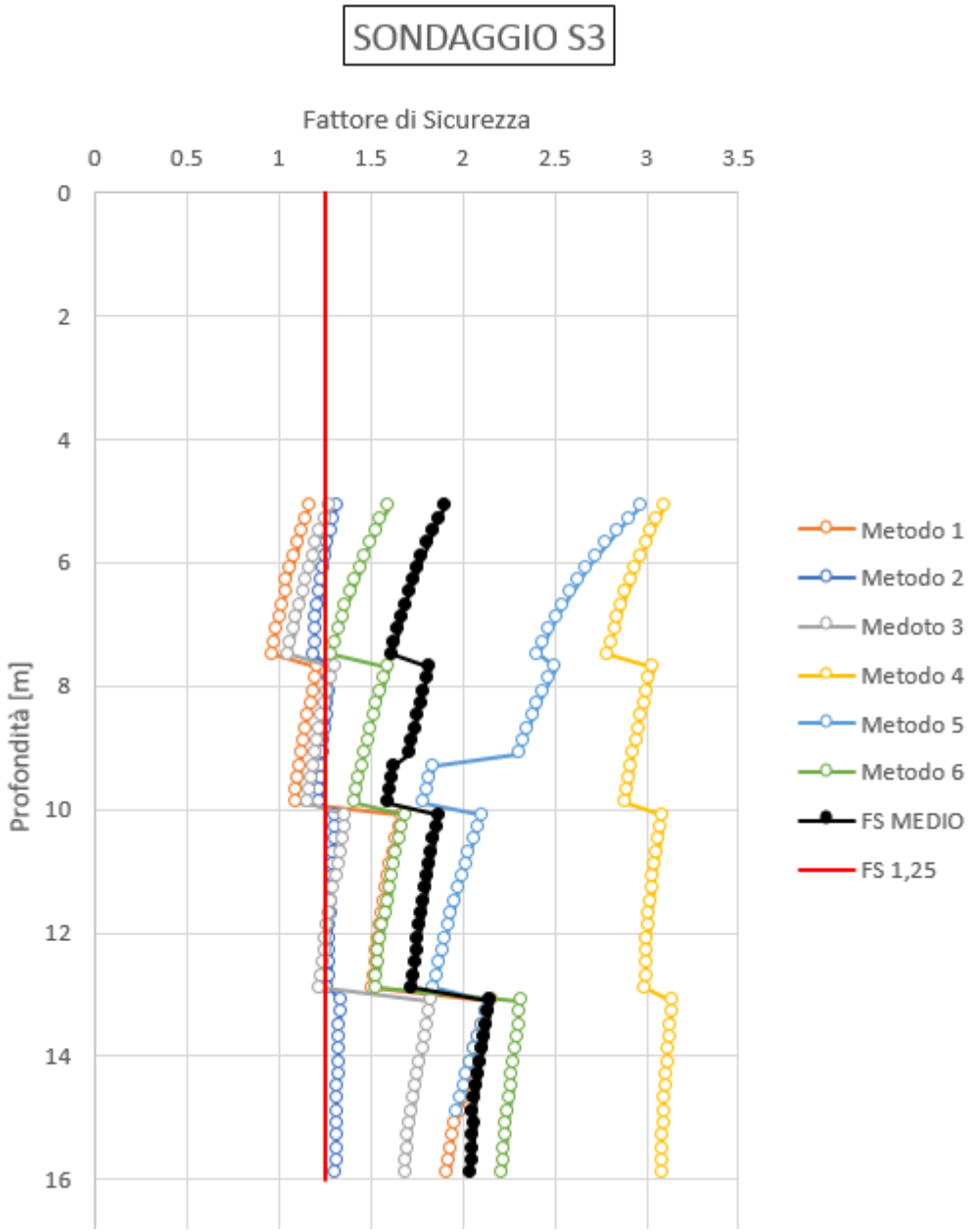
Indice potenziale liquefazione per i vari metodi:

1. IPL (Iwasaki)=1.23 Zcrit=20 m Rischio=Basso
2. IPL (Iwasaki)=2.01 Zcrit=20 m Rischio=Basso
3. IPL (Iwasaki)=29.38 Zcrit=20 m Rischio=Molto alto
4. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso
5. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso
6. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso



Indice potenziale liquefazione per i vari metodi:

1. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso
2. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso
3. IPL (Iwasaki)=38.74 Zcrit=20 m Rischio=Molto alto
4. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso
5. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso
6. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso



Indice potenziale liquefazione per i vari metodi:

1. IPL (Iwasaki)=0.08 Zcrit=20 m Rischio=Basso
2. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso
3. IPL (Iwasaki)=57.9 Zcrit=20 m Rischio=Molto alto
4. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso
5. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso
6. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA A LIQUEFAZIONE DA PROVE TRIASSIALI CICLICHE IN CONTROLLO DI CARICO SECONDO ASTM 5311-11.

Si tratta di una prova di laboratorio distruttiva da eseguire su almeno 3 provini sottoposti a diverso fattore di sforzo SR, applicato a frequenza costante compresa tra 0.10 < Hz < 2 con forma d'onda del carico di tipo sinusoidale.

Il carico sismico è definito attraverso l'ampiezza dello sforzo τ_{cyc}, e il numero di cicli equivalenti Neq.

La serie di cicli di sforzo di uguale ampiezza applicata al provino è assunta come equivalente alla storia temporale effettiva degli sforzi di taglio indotti dal sisma e riproduce l'incremento di pressione interstiziale che può causare la liquefazione del terreno.

Ad una data profondità la tensione di taglio massima generata dal moto sismico è data dall'espressione:

$\tau_{max} = (a_{max} / g) * \delta_{vo} * rd$

rd = fattore correttivo funzione della profondità

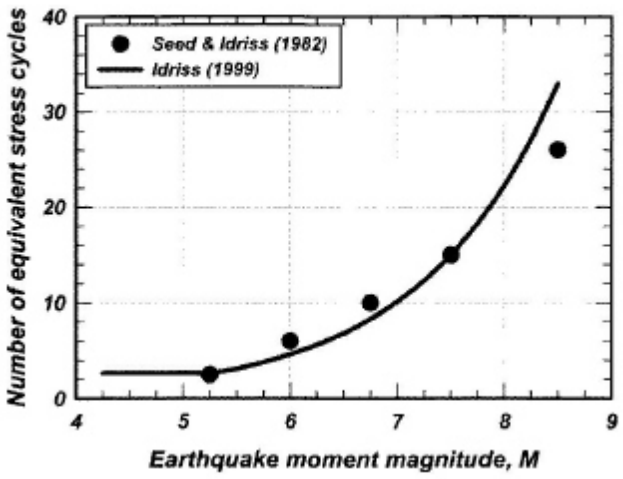
mentre τ_{cyc} viene generalmente assunto uguale al 65% del picco della storia temporale delle tensioni indotte τ_{max}

$\tau_{cicl} = 0.65 * \tau_{max}$

Neq, è legato alla durata dell'evento, quindi alla magnitudo, attraverso correlazioni empiriche (Seed & Idriss).

M	N_{eq}
8 1/2	26
7 1/2	15
6 3/4	10
6	5-6
5 1/4	2-3

Seed & Idriss, 1982



La τ_{cicl} normalizzata rispetto alla tensione efficace δ^{I}_{vo} è il rapporto di sforzo di taglio ciclico equivalente CSR

$$CSR = \tau_{cicl} / \delta^{I}_{vo} = 0.65 * (a_{max} / g) * (\delta_{vo} / \delta^{I}_{vo}) * rd$$

La prova viene eseguita a carico controllato con carico ciclico applicato longitudinalmente. Viene determinato per ogni provino il numero di cicli per cui lo stesso arriva a liquefazione in rapporto allo sforzo applicato che è rappresentato dalla tensione di taglio ciclica.
Quindi la CSR corrisponde alla resistenza CRR in funzione del numero di cicli che portano il terreno a liquefazione

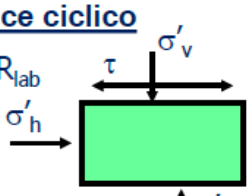
CRR da prove di laboratorio: curve di resistenza a liquefazione

CRR può essere determinato con prove dinamiche e cicliche di laboratorio che portano il terreno a rottura. In tal caso viene espresso in funzione del numero di cicli di carico N che portano il terreno a liquefazione ($r_u=\Delta u/\sigma'_0$ =1 oppure ε = 5%, γ = 7.5%), mediante relazioni del tipo:

$$CRR = \frac{\tau_d}{\sigma_0'} = a \cdot N^b$$ **essendo *a* e *b* (<0) costanti caratteristiche del materiale**

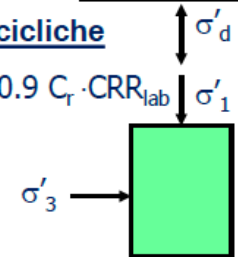
➢ **da prove di taglio semplice ciclico**

$CRR_{sito}=0.9\ (\tau/\sigma'_v)=0.9 \cdot CRR_{lab}$

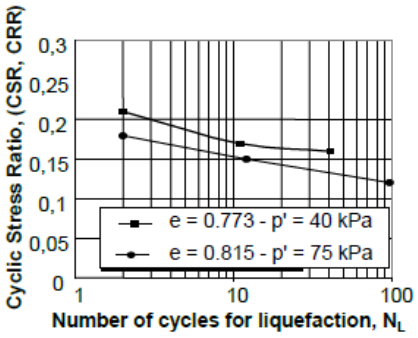


➢ **CRR da prove triassiali cicliche**

$CRR_{sito}=0.9\ C_r\ (\sigma'_d / 2\sigma'_3)=0.9\ C_r \cdot CRR_{lab}$



C_r=fattore di correzione
- per K_0= 0.4 C_r = 0.57
- per K_0= 1 C_r = 1



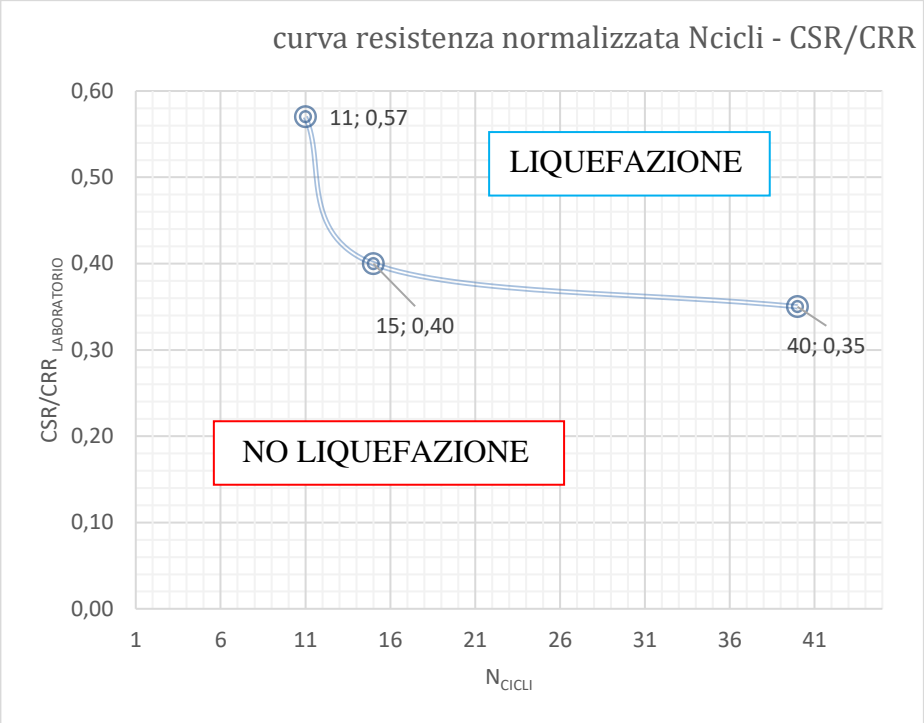
NOTA: il coefficiente **0.9** è introdotto per tener conto dell'effetto dovuto alla multidirezionalità dello scuotimento in sito

Di concerto con i tecnici del laboratorio geotecnico si è scelto per l'esecuzione delle prove il campione S3Ci2 (prof. 12,40 m) caratterizzato da una granulometria tipica di una sabbia poco gradata (vedi analisi granulometrica) con ridotto contenuto percentuale in fine (4%) ricadente in pieno nel fuso granulometrico a rischio liquefazione.

Sono state eseguite 4 prove a frequenza costante di 1 Hz ai seguenti valori e con i seguenti risultati:

Tau cicl (kpa)	CSRlab	Ncicli
25	0.23	500
38	0.35	40
43	0.40	15
62	0.57	11

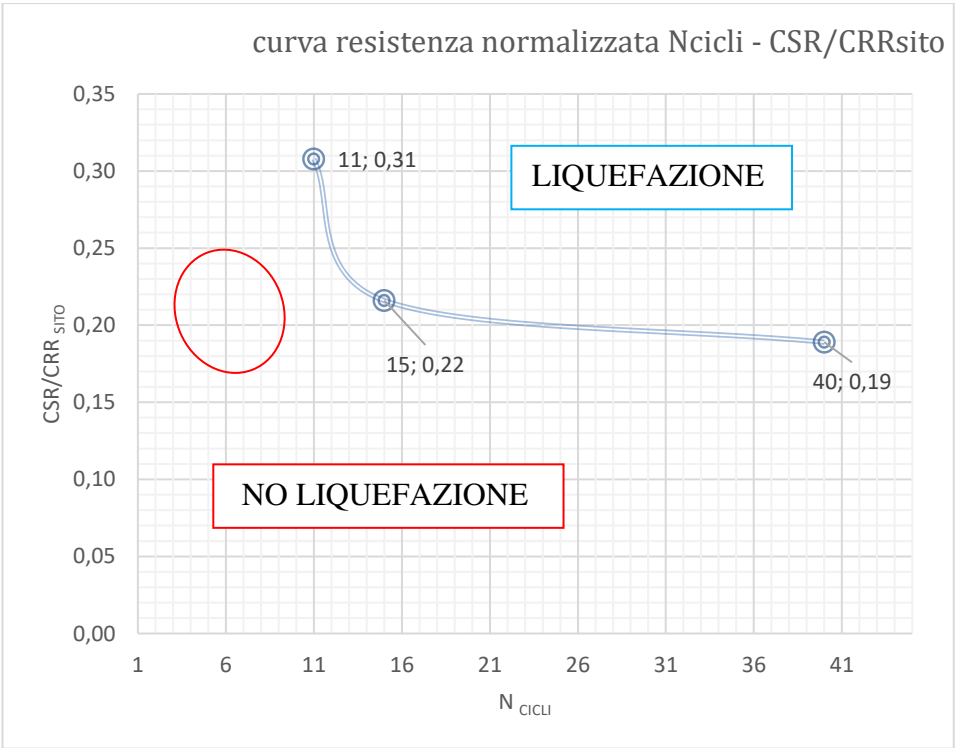
E’ quindi possibile ricavare il grafico CSR/CRRlab numero cicli equivalenti.



Applicando la relazione

$CRR_{sito} = K_0 * C_r * CRR_{lab}$

Con un K_0 relativo ad un terreno Normal Consolidato K_0=0.50 si ottiene il seguente grafico.



Considerato che per un terremoto di magnitudo 6 il numero di cicli equivalenti viene indicato in 5 - 6 (vedi pagina 29) si rileva che in base alla prova di laboratorio la sabbia in esame non risulta soggetta a rischio di liquefazione in relazione al prevedibile campo degli sforzi attesi evidenziato in rosso nel grafico.

ANALISI DEI RISULTATI.

L'analisi dei risultati derivanti dalle prove in sito e di laboratorio porta a valutare un rischio di liquefazione BASSO per le sabbie sottostanti la colmata portuale.

In fase di redazione del progetto definitivo ed esecutivo il progettista geotecnico sarà tenuto ad eseguire ulteriori specifiche valutazioni in relazione alla tipologia ed importanza delle opere da realizzare.

CONDIZIONI DELL'INTERVENTO PROPOSTO RISPETTO ALLA NATURA DEI TERRENI INTERESSATI.

Conformemente alla circolare regionale è stata redatta una **carta di analisi** che individua il complesso delle indagini geognostiche eseguite, i fattori geomorfologici individuati ed i rapporti tra il substrato ed i depositi costieri.

Conseguentemente è stata poi redatta una **carta di sintesi** che evidenzia aree con problematiche geologiche-geotecniche e sismiche omogenee.

Sulla base dei sondaggi e della sovrapposizione con le sezioni di progetto si evidenzia come l'intervento vada ad interessare sia i terreni sciolti che il substrato roccioso quest'ultimo specialmente nella porzione prossima al versante a monte dell'area con livello di fondo scavo per l'autorimessa ben al di sotto del livello di falda.

Per quanto riguarda la fondazione della struttura dell'autorimessa sarà di tipo a platea in grado di resistere alla spinta idrostatica sottofalda; si evidenzia che mentre la porzione di fabbricato a monte andrà ad insistere direttamente sul substrato roccioso la porzione di valle andrebbe ad insistere sui depositi alluvionali pertanto appare opportuno che la parte di valle venga fondata su pali immorsati nel sottostante substrato.

Per quanto riguarda tutte le altre strutture si tratta di edifici con ridotti carichi sul terreno che potranno essere risolte con platee poggianti sui riporti ormai ben consolidati

Per quanto riguarda la porzione di pendio al piede del versante compresa tra la costruenda ciclabile e la SS1 è prevista la sistemazione con rete armata tipo maccaferri con reticolo di funi e chiodatura con barre da 3 metri.

CONCLUSIONI.

Sulla base delle indagini eseguite si certifica che le opere previste nel presente PUO sono fattibili dal punto di vista geologico e geotecnico.

Andora febbraio 2019

Geologo Vittorio Vezzaro

ELENCO ALLEGATI.

- risultanze indagini geognostiche e geofisiche pregresse
- rapporto indagini geognostiche e di laboratorio anno 2019
- rapporto indagini MASW
- calcolo parametri sismici mediante il foglio di calcolo ministeriale SPETTRI - NTC ver. 1.0.3, categoria di sottosuolo E, categoria C, categoria topografica T1
- calcolo Magnitudo di riferimento tramite la mappa interattiva di pericolosità sismica dell'INGV (indirizzo esse1-gis.mi.ingv.it)
- rapporto verifiche a liquefazione con software LIQUITER
- carta di analisi elaborato 1, sezioni geologiche elaborato 2
- carta di sintesi elaborato 3

Pro.Mo.Geo. s.r.l. – Società di programmazione e monitoraggio geotecnico – corso Svizzera 4, 10143 TORINO – Tel e Fax 011/7493018
INTERNET: http://www.promogeo.it
e-mail: info@promogeo.it

Committente: ***Comune di Andora***
Cantiere: ***Andora - Porto***
Sondaggio: ***S 2***
Quota caposaldo: ***p.c.***
Data inizio: ***13/06/03***
Data termine: ***16/06/03***

Quote

Quota assoluta (m) | Profondità (m) | Potenza strato (m)

0,00
1,70 — 1,70
5,30 — 7,00
18,00 — (20,00)

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia | Campioni (Tipo; Sigla e profondità) | Percentuale di carotaggio (-20% -40% -60% -80%) | Rock Quality Designation (-20% -40% -60% -80%) | Descrizione dei litotipi

0,00 – 1,70 (1,70 m)
Asfalto (5 cm) e materiale di riporto costituito da ghiaia con limo e frammenti di laterizi

1,70 – 7,00 (5,30 m)
Sabbia con ghiaia debolmente limosa; clasti eterometrici da arrotondati a subangolari (dimensioni medie 2 cm) e rari ciottoli (dimensioni max 7-8 cm); colore marrone-grigio, ben addensato

7,00 – (20,00) (18,00 m)
Substrato roccioso costituito da calcare marnoso massivo, per lo più integro con un livello fratturato a 7.00-7.70, ridotto a ciottoli e blocchi angolari di 5-6 cm.
Fratture piane, poco alterate.
Locali variazioni cromatiche da grigio a grigio-marrone

Idrogeologia

Livello della falda | Prove di permeabilità: LUGEON (profondità e U.L.) | LEFRANC (profondità e K (cm/s))

17/06, misurato
3,77
4,50
5,50
7,50

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard | Standard Penetration Test (0 10 20 30 40 50 N) | Pocket Penetrometer (kg/cm²) | Torvane Shear Test (kg/cm²)

Prof.: 3,00 m
37 Rif.(3 cm)
Rif.
Prof.: 6,00 m
Rif.(9 cm)
Rif.

Strumentazione

Inclinometro | Piezometro a tubo aperto | Piezometro Casagrande | Assestimetro | Estensimetro

76 mm
1,00

Perforazione

Rivestimento | Metodo e diametro | Fluido | Utensili: Carotiere semplice Corona di Widia; Carotiere doppio Corona di Widia; Carotiere doppio Corona diamantata

127 mm
7,50
Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 25,00 m
Acqua limpida
7,40

Annotazioni

Computo metrico
N° casse: 5
Rivest.(127): 7.5 m
Cor. Diam.: 17.6 m
Car. Doppio: 17.6 m
TUBO PIEZOMETRICO
cieco: 1 m
fenestrato: 24 m

APPROVATO DA: *Dott. Geol. U. Tidici*
REDATTO DA: *Dott. Geol. S. Battilana*
GRAFICA: *Dott. Geol. F. Lamanna*

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l. (Modello stratigrafia 1.0 11/02/03)

Pro.Mo.Geo. s.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - corso Svizzera 4, 10143 TORINO - Tel e fax: 011/7493018
INTERNET http://www.promogeo.it
e-mail info@promogeo.it

Committente: ***Comune di Andora***
Cantiere: ***Andora - Porto***
Sondaggio: ***S 2***
Quota caposaldo: ***p.c.***
Data inizio: ***13/06/03***
Data termine: ***16/06/03***

Quote

Quota assoluta (m)	Profondità (m)	Potenza strato (m)
	(20,00)	
	25,00	
(40,00)		

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia	Campioni (CR campione rimaneggiato, CI campione indisturbato. Tipo... Sigla e profondità)	Percentuale di carotaggio (20% 40% 60% 80%)	Rock Quality Designation (20% 40% 60% 80%)	Descrizione dei litotipi
		100	80 / 80	Substrato roccioso costituito da calcare marnoso massivo, per lo più integro con un livello fratturato a 7.00-7.70 ridotto a ciottoli e blocchi angolari di 5-6 cm. Fratture piane, poco alterate. Locali variazioni cromatiche da grigio a grigio-marrone

Idrogeologia

Livello della falda	Prove di permeabilità: LUGEON (profondità e U.L.)	Prove di permeabilità: LEFRANC (profondità e K (cm/s))

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard	Standard Penetration Test (0 10 20 30 40 50 N)	Pocket Penetrometer (kg/cm²)	Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro	Piezometro a tubo aperto	Piezometro Casagrande	Assestimetro	Estensimetro
	25,00			

Perforazione

Rivestimento	Metodo e diametro	Fluido	Utensili: Carotiere semplice Corona di Widia	Utensili: Carotiere doppio Corona di Widia	Utensili: Carotiere doppio Corona diamantata
	Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 25,00 m	25,00 Acqua limpida			25,00

Annotazioni

Computo metrico

N° casse: 5
Rivest.(127): 7.5 m
Cor. Diam.: 17.6 m
Car. Doppio: 17.6 m
TUBO PIEZOMETRICO
cieco: 1 m
fenestrato: 24 m

APPROVATO DA: *Dott. Geol. U. Tidici*
REDATTO DA: *Dott. Geol. S. Battilana*
GRAFICA: *Dott. Geol. F. Lamanna*

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l. (Modello stratigrafia 1.0 11/02/03)

Pro.Mo.Geo. s.r.l. – Società di programmazione e monitoraggio geotecnico – corso Svizzera 4, 10143 TORINO – Tel e fax: 011/7493018
INTERNET http://www.promogeo.it
e-mail info@promogeo.it

Committente: ***Comune di Andora***
Cantiere: ***Andora - Porto***
Sondaggio: ***S 3*** Quota caposaldo: ***p.c.***
Data inizio: ***11/06/03*** Data termine: ***12/06/03***

Quote

Quota assoluta (m)	Profondità (m)	Potenza strato (m)
	0,00	
		4,20
	4,20	
		0,80
	5,00	
		3,00
	8,00	
		1,50
	9,50	
		0,50
	10,00	
		0,80
	10,80	
		14,40
	(20,00)	

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia | Campioni (Tipo; Sigla e profondità; CR campione rimaneggiato, CI campione indisturbato.) | Percentuale di carotaggio (20% 40% 60% 80%) | Rock Quality Designation (20% 40% 60% 80%) | Descrizione dei litotipi

- 0,00 – 4,20: Asfalto (5 cm) e materiale di riporto costituito da ghiaia limosa debolmente sabbiosa con frammenti di laterizi; clasti angolari di max 5-6 cm
- 4,20 – 5,00: Sabbia con limo debolmente ghiaiosa sciolta di colore bruno; clasti angolari di max 4-5 cm
- 5,00 – 8,00: Sabbia medio-fine debolmente ghiaioso-limosa, sciolta, di colore marrone-grigio
- 8,00 – 9,50: Ghiaia sabbiosa debolmente limosa da poco a moderatamente addensata, di colore marrone-grigio
- 9,50 – 10,00: Blocco lapideo (9.50-9.80) con ghiaia sciolta eterometrica con clasti arrotondati di max 2 cm
- 10,00 – 10,80: Ghiaia limosa ben addensata
- 10,80 – (20,00): Substrato roccioso costituito da calcare marnoso massivo da poco a moderatamente fratturato. Lievi patine di alterazione color ocra-ruggine lungo le principali fratture. Venature calcitiche di circa 2 cm di spessore

Idrogeologia

Livello della falda: 3,35 (1200, mattino)

Prove di permeabilità: LUGEON (profondità e U.L.); LEFRANC (profondità e K (cm/s)): 3,00 – 4,00; 6,50 – 7,20

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test (0 10 20 30 40 50 N)
- Prof. 3,00 m: 6 3 15 — 18
- Prof. 6,00 m: 4 3 2 — 5
- Prof. 9,00 m: 2 3 6 — 9

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro

Piezometro a tubo aperto: 76 mm; 1,00

Piezometro Casagrande

Assestimetro

Estensimetro

Perforazione

Rivestimento: 127 mm; 10,50

Metodo e diametro: Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 25,00 m

Fluido: Acqua limpida

Utensili: Carotiere semplice Corona di Widia; Carotiere doppio Corona di Widia; Carotiere doppio Corona diamantata (10,50)

Annotazioni

Computo metrico
N° casse: 5
Rivest.(127): 10.5 m

Cor. Diam.: 14.5 m
Car. Doppio: 14.5 m

TUBO PIEZOMETRICO
cieco: 1 m
fenestrato: 24 m

APPROVATO DA: *Dott. Geol. U. Tidici*
REDATTO DA: *Dott. Geol. S. Battilana*
GRAFICA: *Dott. Geol. F. Lamanna*

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l. (Modello stratigrafia 1.0 11/2010)

Pro.Mo.Geo. s.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - corso Svizzera 4, 10143 TORINO - Tel e fax: 011/7493018
INTERNET http://www.promogeo.it
e-mail info@promogeo.it

Committente: ***Comune di Andora***
Cantiere: ***Andora - Porto***
Sondaggio: ***S 3***
Quota caposaldo: ***p.c.***
Data inizio: ***11/06/03***
Data termine: ***12/06/03***

Quote

Quota assoluta (m)

Profondità (m)

Potenza strato (m)

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia

Campioni

CK campione rimaneggiato. CI campione indisturbato.

Tipo

Sigla e profondità

Percentuale di carotaggio

-20% -40% -60% -80%

Rock Quality Designation

-20% -40% -60% -80%

Descrizione dei litotipi

(20,00)

Substrato roccioso costituito da calcare marnoso massivo da poco a moderatamente fratturato.
Lievi patine di alterazione color ocra-ruggine lungo le principali fratture.
Venature calcitiche di circa 2 cm di spessore

25,00

(40,00)

Idrogeologia

Livello della falda

Prove di permeabilità

LUGEON profondità e U.L.

LEFRANC profondità e K (cm/s)

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test

0 10 20 30 40 50 N

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro

Piezometro a tubo aperto

Piezometro Casagrande

Assestimetro

Estensimetro

Perforazione

Rivestimento

Metodo e diametro

Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 25,00 m

Fluido

Acqua limpida

Utensili

Carotiere semplice Corona di Widia

Carotiere doppio Corona di Widia

Carotiere doppio Corona diamantata

Annotazioni

Computo metrico

N° casse: 5
Rivest.(127): 10.5 m

Cor. Diam.: 14.5 m
Car. Doppio: 14.5 m

TUBO PIEZOMETRICO
cieco: 1 m
fenestrato: 24 m

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. S. Batiliana

GRAFICA:
Dott. Geol. F. Lamanna

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l. (Modello stratigrafia 1.0 11/02/03)

PROMOGEO

PROVA LEFRANC
Carico costante

Committente:	*Comune di Andora*
Località:	*Andora - Porto*
Sondaggio:	*S2*
N° prova:	*1*
Data:	*13/06/03*

INFORMAZIONI GENERALI

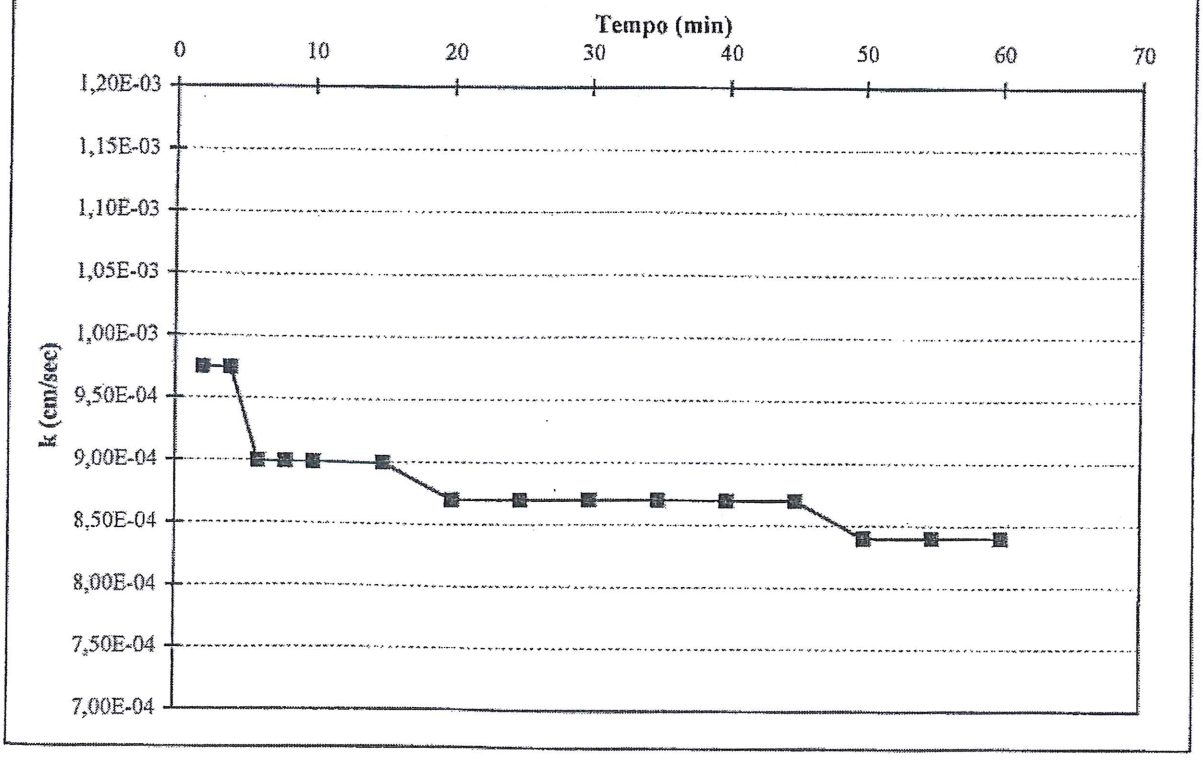
Camera		Falda	
Base m:	5,50	Profondità m:	3,90
Tetto m:	4,50	Livello innalzato m:	4,00
Diametro mm:	101		

NOTE

Filtro cilindrico in terreno uniforme

DATI PROVA

Tempo (min)	Assorbimento parziale (l)	Assorbimento totale (l)	Portata parziale (l/sec)	K (m/sec)	K (cm/sec)	Note
0	0,00					
2	13,00	13,00	0,11	9,75E-06	9,75E-04	
4	13,00	26,00	0,11	9,75E-06	9,75E-04	
6	12,00	38,00	0,10	9,00E-06	9,00E-04	
8	12,00	50,00	0,10	9,00E-06	9,00E-04	
10	12,00	62,00	0,10	9,00E-06	9,00E-04	
15	30,00	92,00	0,10	9,00E-06	9,00E-04	
20	29,00	121,00	0,10	8,70E-06	8,70E-04	
25	29,00	150,00	0,10	8,70E-06	8,70E-04	
30	29,00	179,00	0,10	8,70E-06	8,70E-04	
35	29,00	208,00	0,10	8,70E-06	8,70E-04	
40	29,00	237,00	0,10	8,70E-06	8,70E-04	
45	29,00	266,00	0,10	8,70E-06	8,70E-04	
50	28,00	294,00	0,09	8,40E-06	8,40E-04	
55	28,00	322,00	0,09	8,40E-06	8,40E-04	
60	28,00	350,00	0,09	8,40E-06	8,40E-04	



Modello E_lefrcoscil10 versione 1.0 del 19/03/2002

BMG PROMOGEO

PROVA LEFRANC
Carico costante

Committente:	*Comune di Andora*
Località:	*Andora - Porto*
Sondaggio:	*S2*
N° prova:	*2*
Data:	*13/06/03*

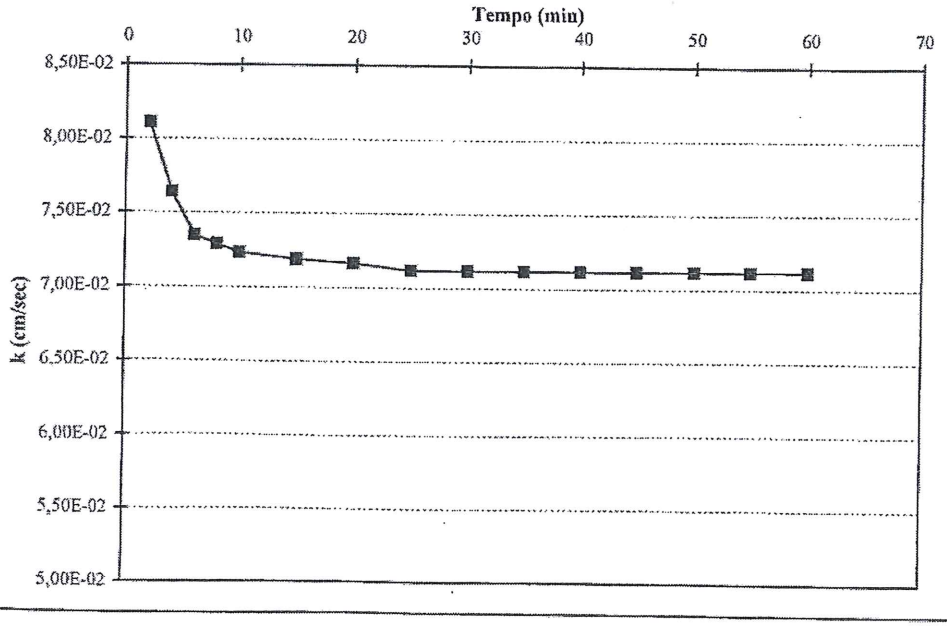
INFORMAZIONI GENERALI

Camera		Falda	
Base m:	7,50	Profondità m:	3,89
Tetto m:	7,50	Livello innalzato	
Diametro mm:	127	m:	4,09

NOTE
Fondo filtrante piano in terreno uniforme

DATI PROVA

Tempo (min)	Assorbimento parziale (l)	Assorbimento totale (l)	Portata parziale (l/sec)	K (m/sec)	K (cm/sec)	Note
0	0,00		-			
2	139,00	139,00	1,16	8,11E-04	8,11E-02	
4	131,00	270,00	1,09	7,64E-04	7,64E-02	
6	126,00	396,00	1,05	7,35E-04	7,35E-02	
8	125,00	521,00	1,04	7,29E-04	7,29E-02	
10	124,00	645,00	1,03	7,23E-04	7,23E-02	
15	308,00	953,00	1,03	7,19E-04	7,19E-02	
20	307,00	1260,00	1,02	7,16E-04	7,16E-02	
25	305,00	1565,00	1,02	7,12E-04	7,12E-02	
30	305,00	1870,00	1,02	7,12E-04	7,12E-02	
35	305,00	2175,00	1,02	7,12E-04	7,12E-02	
40	305,00	2480,00	1,02	7,12E-04	7,12E-02	
45	305,00	2785,00	1,02	7,12E-04	7,12E-02	
50	305,00	3090,00	1,02	7,12E-04	7,12E-02	
55	305,00	3395,00	1,02	7,12E-04	7,12E-02	
60	305,00	3700,00	1,02	7,12E-04	7,12E-02	



Modello E_lefrcospla10 versione 1.0 del 19/03/2002

PROVA LEFRANC
Carico costante

Committente:	*Comune di Andora*
Località:	*Andora - Porto*
Sondaggio:	*S3*
N° prova:	*1*
Data:	*11/06/03*

INFORMAZIONI GENERALI

Camera

Base m: 4,00
Tetto m: 3,00
Diametro mm: 101

Falda

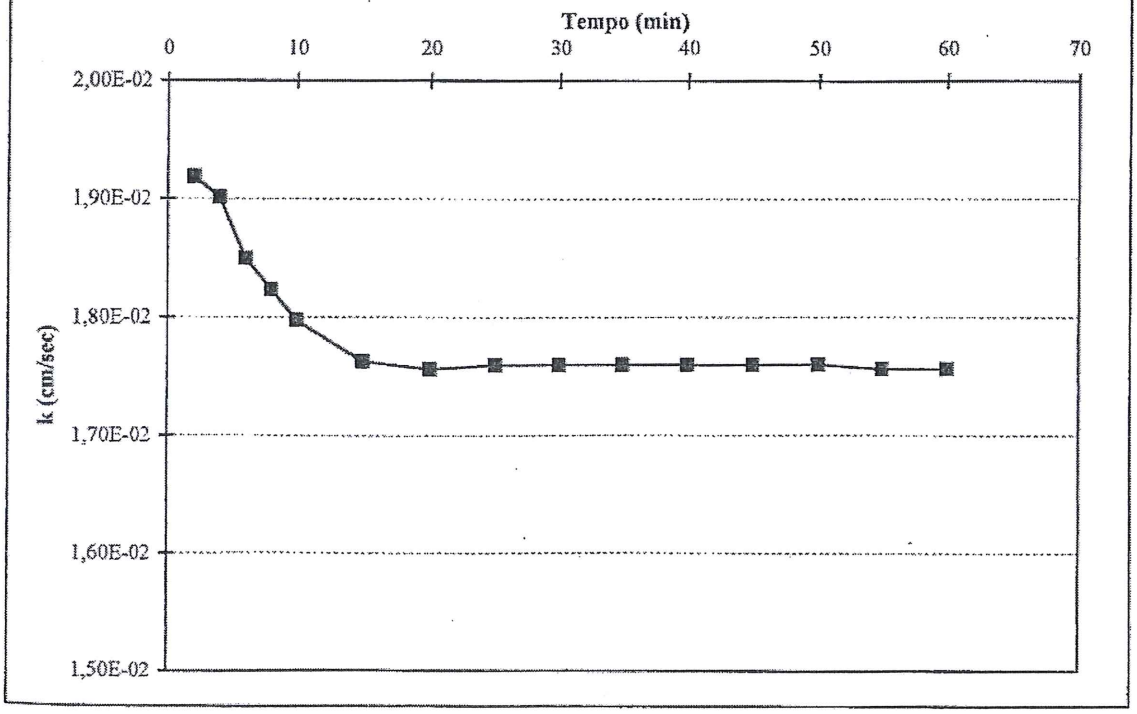
Profondità m: 3,34
Livello innalzato m: 3,47

NOTE

Filtro cilindrico in terreno uniforme

DATI PROVA

Tempo (min)	Assorbimento parziale (l)	Assorbimento totale (l)	Portata parziale (l/sec)	K (m/sec)	K (cm/sec)	Note
0	0,00					
2	222,00	222,00	1,85	1,92E-04	1,92E-02	
4	220,00	442,00	1,83	1,90E-04	1,90E-02	
6	214,00	656,00	1,78	1,85E-04	1,85E-02	
8	211,00	867,00	1,76	1,82E-04	1,82E-02	
10	208,00	1075,00	1,73	1,80E-04	1,80E-02	
15	510,00	1585,00	1,70	1,76E-04	1,76E-02	
20	508,00	2093,00	1,69	1,76E-04	1,76E-02	
25	509,00	2602,00	1,70	1,76E-04	1,76E-02	
30	509,00	3111,00	1,70	1,76E-04	1,76E-02	
35	509,00	3620,00	1,70	1,76E-04	1,76E-02	
40	509,00	4129,00	1,70	1,76E-04	1,76E-02	
45	509,00	4638,00	1,70	1,76E-04	1,76E-02	
50	509,00	5147,00	1,70	1,76E-04	1,76E-02	
55	508,00	5655,00	1,69	1,76E-04	1,76E-02	
60	508,00	6163,00	1,69	1,76E-04	1,76E-02	



Modello E_lefrcost10 versione 1.0 del 19/03/2002

PROVA LEFRANC
Carico variabile

Committente:	*Comune di Andora*
Località:	*Andora - Porto*
Sondaggio:	*S3*
N° prova:	*2*
Data:	*11/06/03*

INFORMAZIONI GENERALI

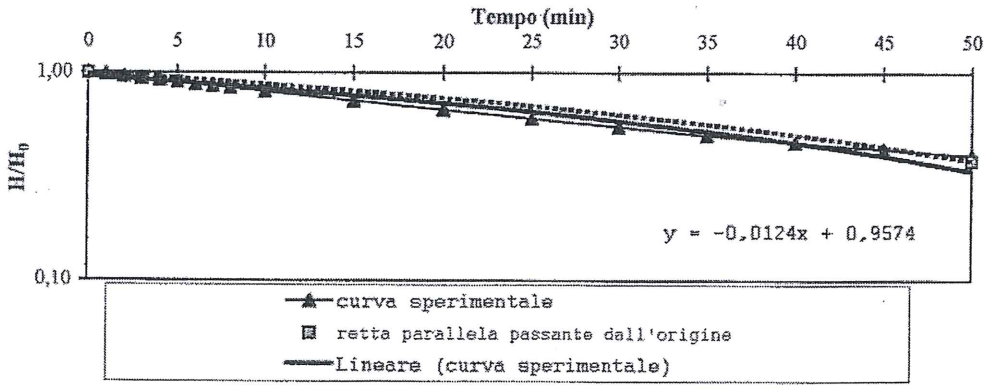
Camera		Falda	
Base m:	7,00	Profondità m:	4,00
Tetto m:	6,50	Livello innalzato	
Diametro mm	127	m:	4,66

NOTE

Filtro cilindrico in terreno uniforme

DATI PROVA

Tempo (min)	Abbassamento (m)	H_0	H	H/H_0	Note
0	0,00	4,66	4,66	1,00	
1	0,08	4,66	4,58	0,98	
2	0,19	4,66	4,47	0,96	
3	0,29	4,66	4,37	0,94	
4	0,38	4,66	4,28	0,92	H_0 livello innalzato rispetto alla base della camera o alla superficie piezometrica
5	0,47	4,66	4,19	0,90	
6	0,56	4,66	4,10	0,88	
7	0,64	4,66	4,02	0,86	
8	0,72	4,66	3,94	0,85	
10	0,88	4,66	3,78	0,81	
15	1,25	4,66	3,41	0,73	H livello dinamico acqua nel foro
20	1,57	4,66	3,09	0,66	
25	1,85	4,66	2,81	0,60	
30	2,10	4,66	2,56	0,55	
35	2,32	4,66	2,34	0,50	
40	2,50	4,66	2,16	0,46	
45	2,65	4,66	2,01	0,43	
50	2,78	4,66	1,88	0,40	



CALCOLO PERMEABILITA'

Retta parallela a curva sperimentale: y = -0,0124x + 0,9574

Area sez. trasversale (A):	1,27E-02	m^2
Fattore di forma (F):	1,90E+00	m
Tempo di riequilibrio (T):	3,05E+03	sec
Coefficiente di permeabilità K = A/F*T	2,18E-06	m/sec
	2,18E-04	cm/sec

Modello E_lefrtvarcil10 versione 1.0 del 19/03/2002

BORGHI DRILL S.r.l.
Via Selaschi 35/1 - 16040 Leivi (GE)
Tel.0185370875 Fax.0185371875

MODULO SONDAGGI A RECUPERO CAMPIONE

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Comune di Andora (SV)	- 25.5 metri dal p.c.	14,50	1	1
Operatore	**Note1**	**Note2**		**Inizio/Fine Esecuzione**
Borghi Drill	Capitello carrabile in ghisa/ tubo piezometro	CS/WØ140 PC- 1.5; CS/WØ116 1.5-3.0; T6/DØ116 3.6-25.5.		01/09/2011 - 06/09/2011
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
Borghi drill	SI	rotazione con estrazione campione	CMV MK600D	1432493-4866983

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cassetta catalogatrice	Falda	Permeabilità Lefranc	Permeabilità Lugeon	Piezom (P) Inglinom (I)
		Rivestimento/asfalto	-0.10	%C=100											
		Riporti ghiaiosi in matrice sabbiosa grigia	-0.80	%C=100											
-1 -2		Coltre detritica ghiaioso sabbiosa di colore bruno chiaro: la frazione fine aumenta verso il basso.	-3.00	%C=100	9-21-37/ Camp --- -1.50 PC				(CS) -1.50 (CS) -3.00						
-3 -4		Calcari marnosi grigi alterati e fratturati. Sono presenti diaframmi di materiale argilloso-limoso bruno chiaro contenente clasti lapidei	-4.50	%RQD=45 %C=100											
-5 -6 -7 -8 -9 -10 -11		Calcari marnosi fratturati di colore grigio con passate quarzose e inclinazione variabile verso il basso da suborizzontale a 45°. Sono presenti limitati punti di forte alterazione con spessori max di 20 cm. Dalla quota di -10.50 a -11.80 sono presenti diaframmi decimetrici con matrice argillosa limosa marrone chiara inglobante grossi clasti	-11.80	%RQD=57 %C=100								-8.60			
-12 -13 -14		Calcari marnosi fortemente fratturati ed alterati di colore plumbeo. Sono presenti diaframmi pluridecimetrici di roccia milonitizzata immersa in matrice argilloso limosa	-15.00	%RQD=18 %C=100											
-15		Calcari marnosi fratturati di colore plumbeo con vene di quarzo	-16.00	%RQD=80 %C=100											
-16 -17 -18		Calcari marnosi fortemente fratturati ed alterati di colore plumbeo. Sono presenti diaframmi pluridecimetrici di roccia milonitizzata immersa in matrice argilloso limosa	-18.20	%RQD=15 %C=100											
		Campione distrutto in sede di perforazione	-19.00												
-19 -20		Calcari marnosi fortemente fratturati ed alterati di colore plumbeo. Sono presenti diaframmi pluridecimetrici di	-20.30	%RQD=15 %C=100											
-21 -22 -23 -24		Calcari marnosi fratturati di colore plumbeo con vene di quarzo. Le vene di quarzo sono inclinate di circa 45°. Tra -23.20 e -23.80 è presente una banda di roccia fortemente tettonizzata, ma che conserva relitti della roccia madre.	-25.00	%RQD=75 %C=100				-21.50 R -21.70 -22.60 R -23.00	(RM) -21.00						
-25									(CD) -25.50						A -25.30

Redatto

Verificato

BORGHI DRILL S.r.l.
Via Selaschi 35/I - 16040 Leivi (GE)
Tel.0185370875 Fax.0185371875

MODULO SONDAGGI A RECUPERO CAMPIONE

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Comune di Andora.(SV)	- 15.00 metri dal p.c.	1,30	1	1
Operatore	**Note1**	**Note2**		**Inizio/Fine Esecuzione**
Borghi Drill	Capitello carrabile in ghisa/ tubo piezometro	CS/WØ140 PC-1.50; CS/WØ116 1.50-5.50;T6/DØ116 5.50-15.00.		05/08/2011 - 08/08/2011
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
Borghi drill	S2	rotazione con estrazione campione	CMV MK600D	1432323-4866915

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cassetta catalogatrice	Falda	Permeabilità Lefranc	Permeabilità Lugeon	Piezom (P) Inclinom (I) P-(1)
		Pavimentazione ghiaiosa	-0.10	%C=100											
-1		Riporti sabbioso ghiaiosi grigi	-1.20	%C=100	8-9-11/Camp 41cm -1.50 PA			-1.50 Rs	(CS) -1.50			-1.00			
-2		Riporti ghiaioso-sabbiosi grigi	-3.20	%C=100	3-6-5/Camp 0 cm -3.00 PA			-1.95 -2.25 R -2.50 -3.00 Rs -3.45							
-3		Riporti ghiaiosi	-4.70	%C=100	3-1-4/Camp 25 cm -4.50 PA			-4.50 Rs -4.95		(RM)					
-5		Calcari marnosi fratturati di colore plumbeo con vene di quarzo ad inclinazione varibile verso il basso da 45° a 70°. Alla quota di -8.50 e -9.20 sono presenti diaframmi decimetrici di roccia tettonizzata in matrice argillosa bruno chiara	-12.30	%RQD=84 %C=100				-6.00 R -6.50 R -7.00	(CS) -5.50	-5.50					
-12		Calcari marnosi fratturati plumbei con vene di quarzo ad inclinazione varibile verso il basso da 70 a circa 90°. Tra 13.0 e 13.5 e da 14.6 m dal p.c. sono presenti bande fortemente tettonizzate che conservano relitti della roccia madre.	-15.00	%RQD=70 %C=100					(CD) -15.00						A -15.00

Redatto Verificato

BORGHI DRILL S.r.l.
Via Selaschi 35/1 - 16040 Leivi (GE)
Tel.0185370875 Fax.0185371875

MODULO SONDAGGI A RECUPERO CAMPIONE

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Comune di Andora (SV)	- 10.00 metri dal p.c.	1,30	1	1
Operatore	**Note1**	**Note2**		**Inizio/Fine Esecuzione**
Borghi Drill	Foro colmato	CS/WØ140 PC-1.50;-CS/WØ116 1.50-3.50;T6/DØ116 3.50-10.00.		09/08/2011 - 10/08/2011
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
Borghi drill	S3	rotazione con estrazione campione	CMV MK600D	1432397-4866933

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cassetta catalogatrice	Falda	Permeabilità Lefranc	Permeabilità Lugeon	Piezom (P) Inclinom (I)
-1		Pavimentazione ghiaiosa Riporti sabbioso ghiaiosi grigi	-0.10	%C=100								-1.00			
-2		Riporti grigi sabbioso fini con ghiaia. Presenza di resti organici (alghe e piante)	-1.60	%C=100	14-9-9/Camp 43cm -1.50 PA			-1.50 RS -1.95 -2.50 R -2.75 R -3.25	(CS) -1.50						
-3			-3.40	%C=100	4-3-5/Camp 0 cm -3.00 PA			R -3.75	(CS) -3.50						
-4		Calcari marnosi fratturati di colore plumbeo con vene di quarzo ad inclinazione di 45°. Sono presenti diaframmi centimetrici di roccia tettonizzata in matrice argillosa bruno chiara		%RQD=61 %C=100				R -4.00 R -4.75							
-5										(RM)					
-6															
-7			-7.23							-6.00					
-8		Calcari marnosi fratturati plumbei con vene di quarzo ad inclinazione di circa 45°.		%RQD=92 %C=100											
-9															
-10			-10.00						(CD) -10.00						
-11															
-12															
-13															
-14															
-15															
-16															
-17															
-18															
-19															
-20															
-21															
-22															
-23															
-24															
-25															

Redatto

Verificato

BORGHI DRILL S.r.l.
Via Selaschi 35/1 - 16040 Leivi (GE)
Tel.0185370875 Fax.0185371875

MODULO SONDAGGI A RECUPERO CAMPIONE

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Comune di Andora (SV)	- 20,00 metri da piano di perforazione	4,00	1	1
Operatore	**Note1**	**Note2**		**Inizio/Fine Esecuzione**
Borghi Drill	Sondaggio suborizzontale	T6/DØ116 0.00-20,00.		26/08/2011 - 01/09/2011
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
Borghi drill	S4	rotazione con estrazione campione	CMV MK600D	1432532-4866958

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test Kg/cmq	Vane Test Kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cassetta catalogatrice	Falda	Permeabilità Lefranc	Permeabilità Lugeon	Piezom (P) Inclinom (I)
-1		Calcari marnosi grigi fortemente fratturati.	-1,15	%RQD=20 %C=100											
-2		Calcari marnosi fratturati di colore plumbeo con vene quarzose	-5,30	%RQD=91 %C=100											
-6		Calcari marnosi fratturati di colore plumbeo. A -5,6 e -7,0 sono presenti diaframmi decimetrici con matrice argillosa limosa marrone	-7,05	%RQD=44 %C=100											
-9		Calcari marnosi fortemente fratturati ed alterati di colore plumbeo. Sono presenti bande di roccia fortemente tettonizzata, ma che conservano strutture relitte della roccia madre.	-9,70	%RQD=27 %C=100											
-11		Calcari marnosi fratturati di colore plumbeo con vene di quarzo. Le vene di quarzo sono inclinate di circa 45°.	-13,20	%RQD=84 %C=100				-10,70 R -11,00							
-16		Calcari marnosi fortemente fratturati ed alterati di colore plumbeo. Sono presenti bande di roccia fortemente tettonizzata, ma che conservano strutture relitte della roccia madre e bande di quarzo a 45°.	-19,70	%RQD=14 %C=100											
-20		Calcare marnoso fratturato	-20,00	%RQD=90 %C=100					(CD) -20,00						

Redatto

Verificato

BORGHI DRILL S.r.l.
Via Selaschi 35/1 - 16040 Leivi (GE)
Tel.0185370875 Fax.0185371875

MODULO SONDAGGI A RECUPERO CAMPIONE

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Comune di Andora (SV)	- 25.20 metri dal p.c.	15,80	1	1
Operatore	**Note1**	**Note2**		**Inizio/Fine Esecuzione**
Borghi Drill	Capitello carrabile in ghisa/ tubo piezometro	CS /WØ140 P.C- 1.00; T6/DØ116 1.00-25.00.		07/09/2011 - 09/09/2011
Respansabile	**Sondaggio**	**Tipo Caratagqio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
Borghi drill	S5	rotazione con estrazione campione	CMV MK600D	1432523-4866982

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Caratagqio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo stabilizzaz.	Cassetta catalogatrice	Falda	Permeabilità Lefranc	Permeabilità Lugeon	Piezom (P) Inclinom (I)
-1		Pavimentazione/asfalto. Riporti ghiaiosi in matrice sabbiosa grigia	-0.10	%C=100											P-(1)
-2			-0.80	%C=100					(CS)						
-3		Calcari marnosi grigi fortemente alterati e fratturati. Sono presenti diaframmi di materiale argilloso-limoso bruno chiaro contenente clasti lapidei e bande di roccia intensamente tettonizzata		%RQD=25 %C=100					-1.00						
-4															
-5			-6.70												
-6		Calcari marnosi fratturati di colore grigio con passate quarzose con inclinazione di 45°. Alla quota di -9.60 è presente un diaframma decimetrico con matrice argillosa limosa marrone chiara inglobante grossi clasti		%RQD=55 %C=100						(RM)					
-7										-6.50					
-8															
-9															
-10															
-11															
-12			-12.60					-11.60 R -12.00				-12.45			
-13		Calcari marnosi fratturati di colore plumbeo con vene di quarzo		%RQD=75 %C=100											
-14															
-15		Calcari marnosi fortemente alterati di colore plumbeo	-15.00	%RQD=60 %C=100											
-16			-16.30												
-17		Calcari marnosi fratturati di colore plumbeo con vene di quarzo. Le vene di quarzo sono inclinate di circa 45°. Tra -24.40 e -24.80 è presente una banda di roccia fortemente tettonizzata, ma che conserva relitti della roccia madre.		%RQD=50 %C=100											
-18															
-19															
-20															
-21															
-22															
-23															
-24									(CD) -25.20						A -25.00
-25			-25.00												

Redatto

Verificato

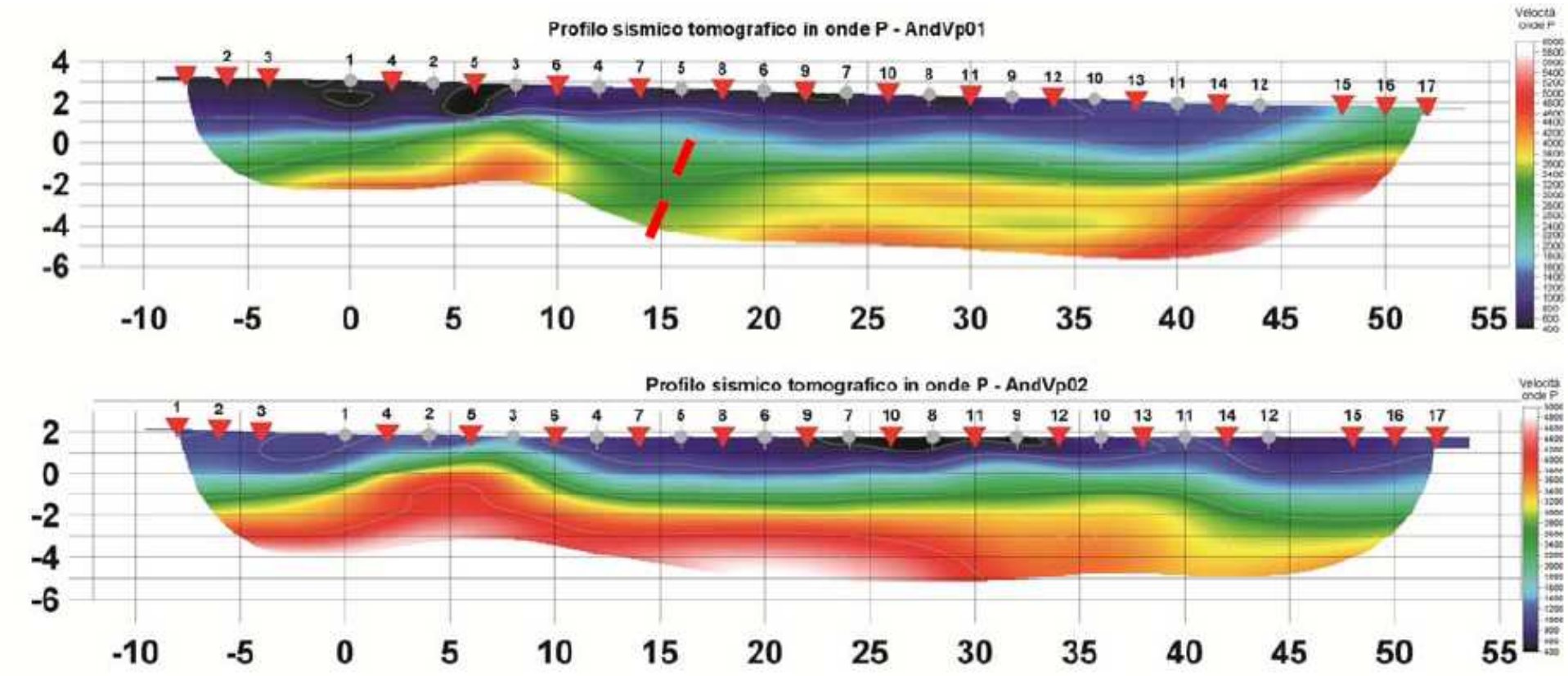


Figura 6.2.2.2: Sismosezioni interpretative: profili delle onde P.

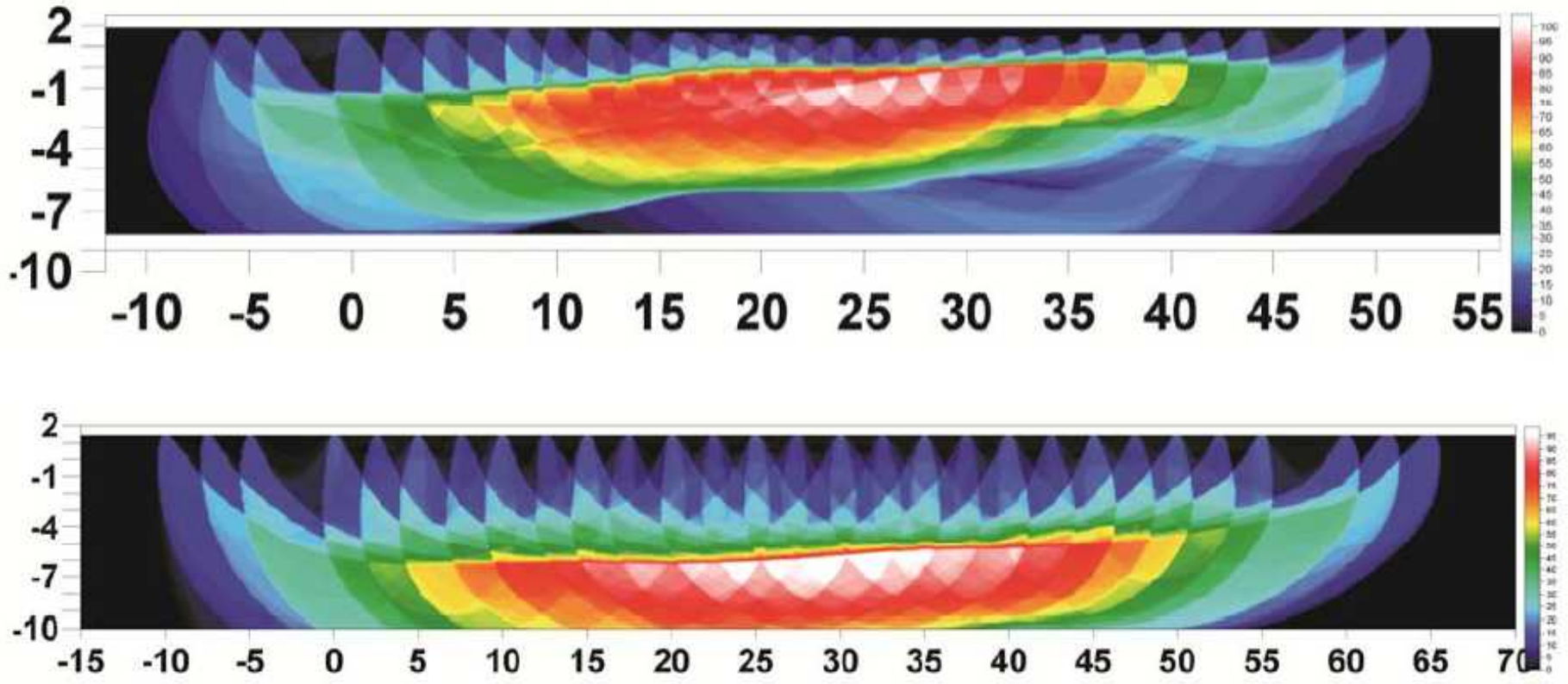


Figura 6.2.2.3: Copertura dei raggi sismici delle sezioni tomografiche.

HVSR1

Dataset: HVSR01.saf
Sampling frequency (Hz): 1000
Window length (sec): 40
Length of analysed temporal sequence (min): 30.0
Tapering (%): 10
==========
In the following the results considering the data in the 0.5-15.0Hz frequency range
Peak frequency (Hz): 8.0 (±0.4)
Peak HVSR value: 6.3 (±0.5)
=== Criteria for a reliable H/V curve ==========
#1. [f0 > 10/Lw]: 8.0 > 0.25 (OK)

#2. [nc > 200]: 6088 > 200 (OK)
#3. [f0>0.5Hz; sigmaA(f) < 2 for 0.5f0 < f < 2f0] (OK)
=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fullfilled) ==========
#1. [exists f- in the range [f0/4, f0] | AH/V(f-) < A0/2]: yes, at frequency 5.5Hz (OK)
#2. [exists f+ in the range [f0, 4f0] | AH/V(f+) < A0/2]: yes, at frequency 10.5Hz (OK)
#3. [A0 > 2]: 6.3 > 2 (OK)
#4. [fpeak[Ah/v(f) ± sigmaA(f)] = f0 ± 5%]: (OK)
#5. [sigmaf < epsilon(f0)]: 0.435 > 0.401 (NO)
#6. [sigmaA(f0) < theta(f0)]: 0.467 < 1.58 (OK)

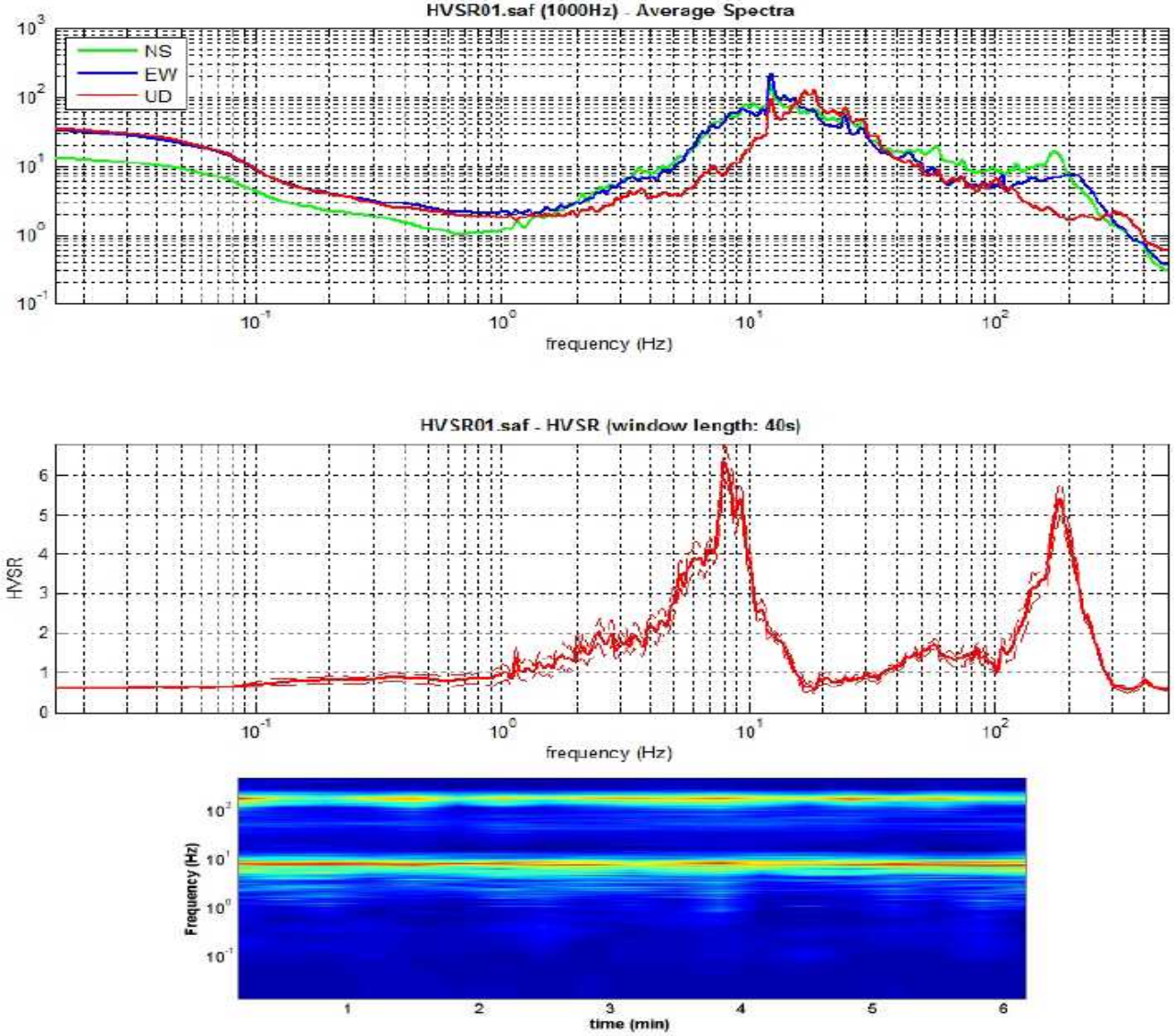
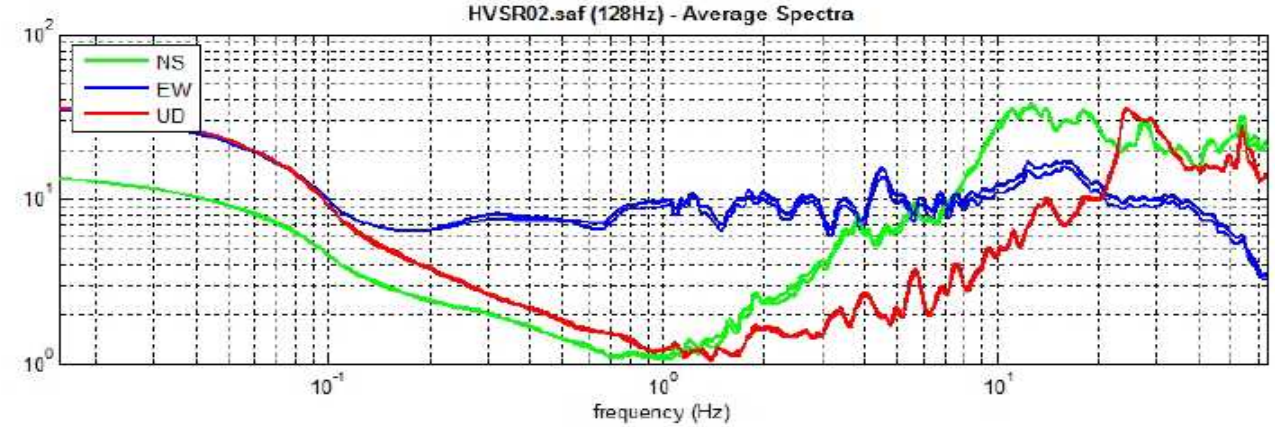
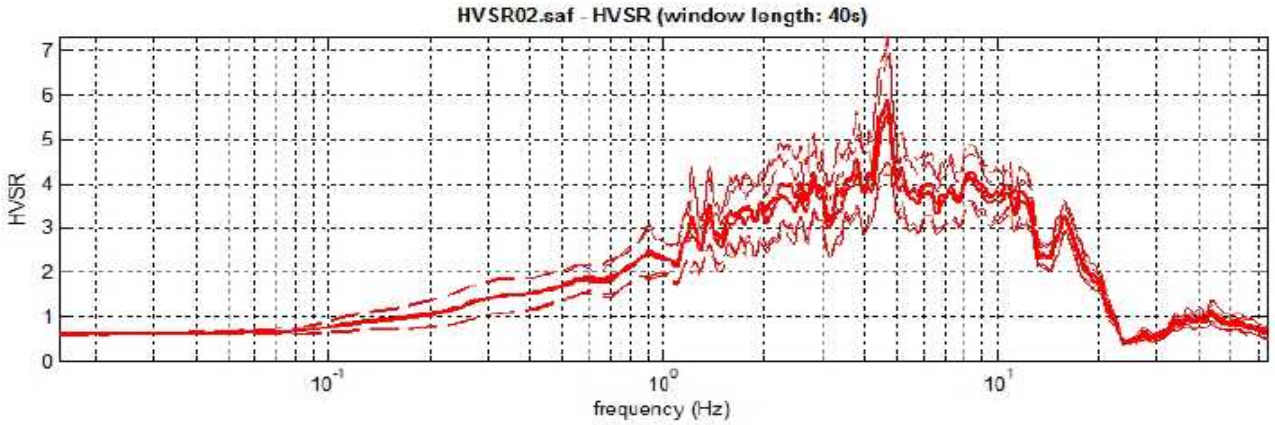


Figura 6.2.2.16: Risultati della modellazione HVSR per la stazione di misura 1: Frequenza 8,0 Hz.

HVSR2

Dataset: HVSR02.saf
Sampling frequency (Hz): 128
Window length (sec): 40
Length of analysed temporal sequence (min): 27.8
Tapering (%): 10
==========
In the following the results considering the data in the 0.5-15.0Hz frequency range
Peak frequency (Hz): 4.7 (±1.4)
Peak HVSR value: 5.9 (±0.9)
=== Criteria for a reliable H/V curve ==========
#1. [f0 > 10/Lw]: 4.7 > 0.25 (OK)
#2. [nc > 200]: 6774 > 200 (OK)
#3. [f0>0.5Hz; sigmaA(f) < 2 for 0.5f0 < f < 2f0] (OK)
=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fullfilled) ==========
#1. [exists f- in the range [f0/4, f0] | AH/V(f-) < A0/2]: yes, at frequency 1.5Hz (OK)
#2. [exists f+ in the range [f0, 4f0] | AH/V(f+) < A0/2]: yes, at frequency 12.9Hz (OK)
#3. [A0 > 2]: 5.9 > 2 (OK)
#4. [fpeak[Ah/v(f) ± sigmaA(f)] = f0 ± 5%]: (OK)
#5. [sigmaf < epsilon(f0)]: 1.352 > 0.235 (NO)
#6. [sigmaA(f0) < theta(f0)]: 1.426 < 1.58 (OK)





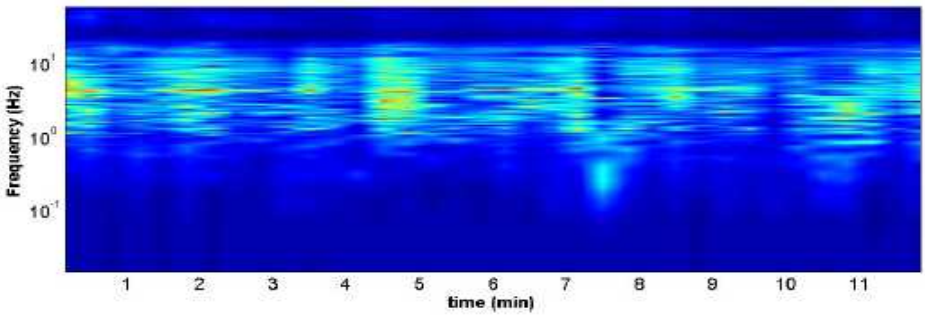
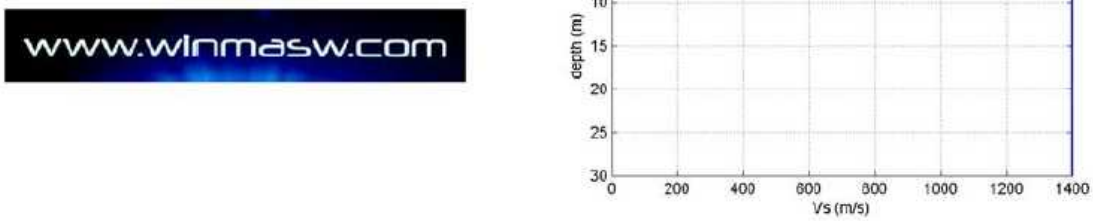
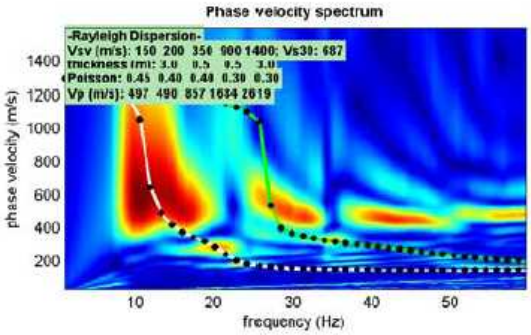
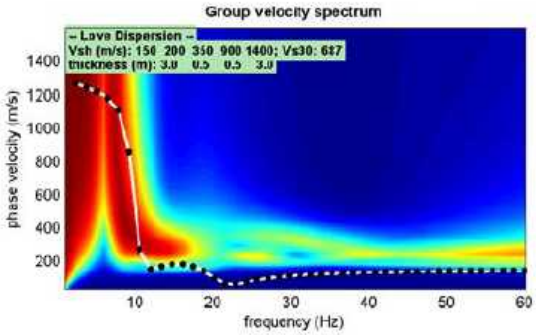


Figura 6.2.2.17: Risultati della modellazione HVSR per la stazione di misura 2: Frequenza 4,7 Hz.

MASW1A



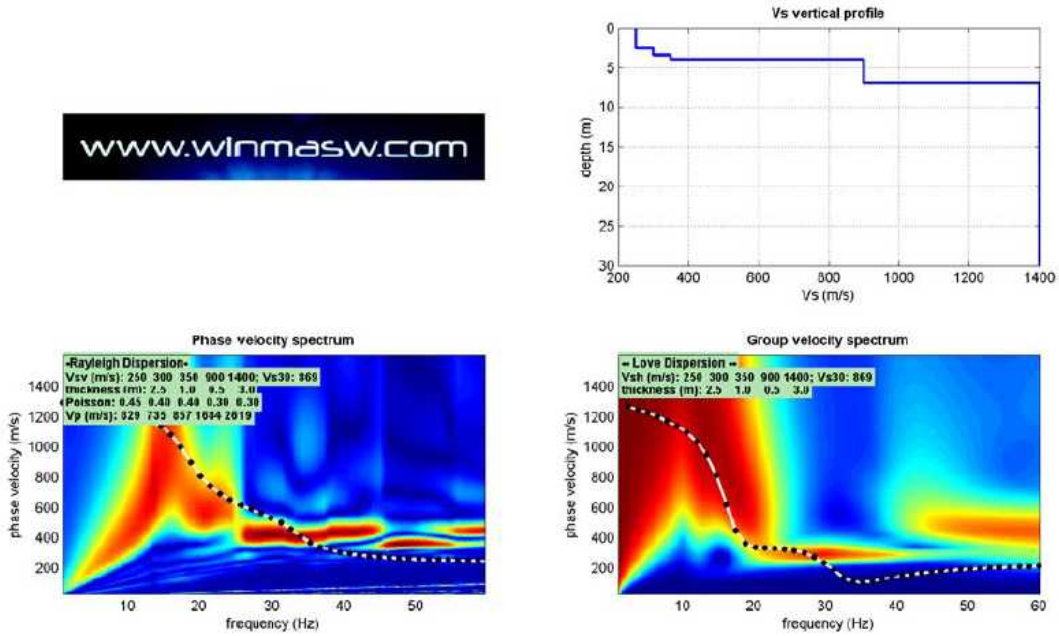




Spessore (m)	Vs (m/s)	Modulo di taglio stimato (MPa)
3.0	150	45
0.5	200	75
0.5	350	247
3.0	900	1766
Semi-spazio	1400	4485

Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 687 m/s).

MASW1B

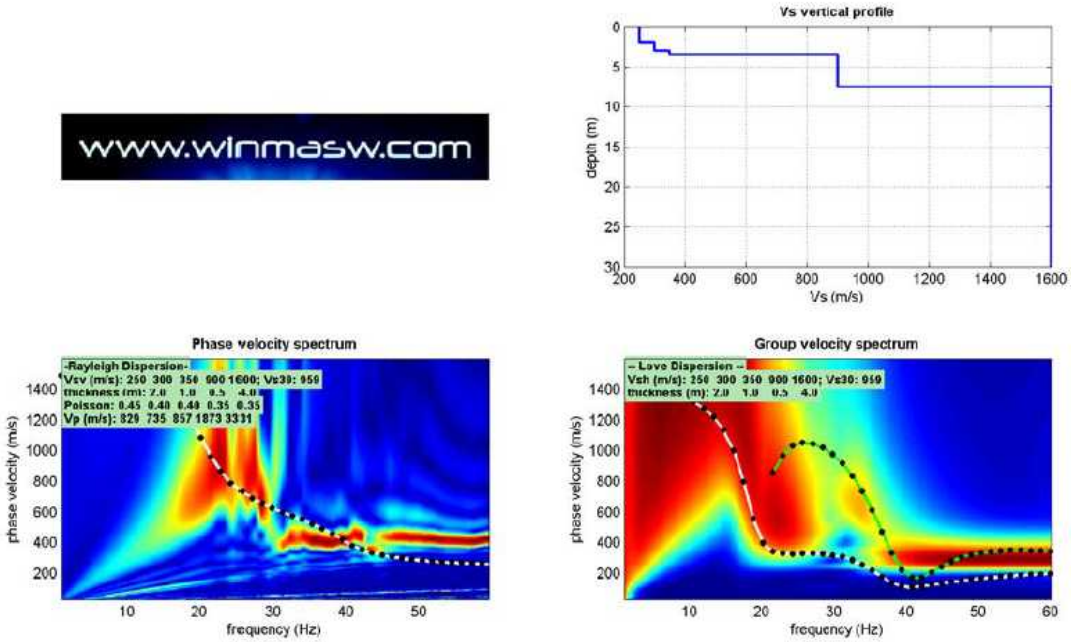


Spessore (m)	Vs (m/s)	Modulo di taglio stimato (MPa)
2.5	250	126
1.0	300	178
0.5	350	247
3.0	900	1766
Semi-spazio	1400	4485

Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 869 m/s).

Figura 6.2.2.6: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW1B.

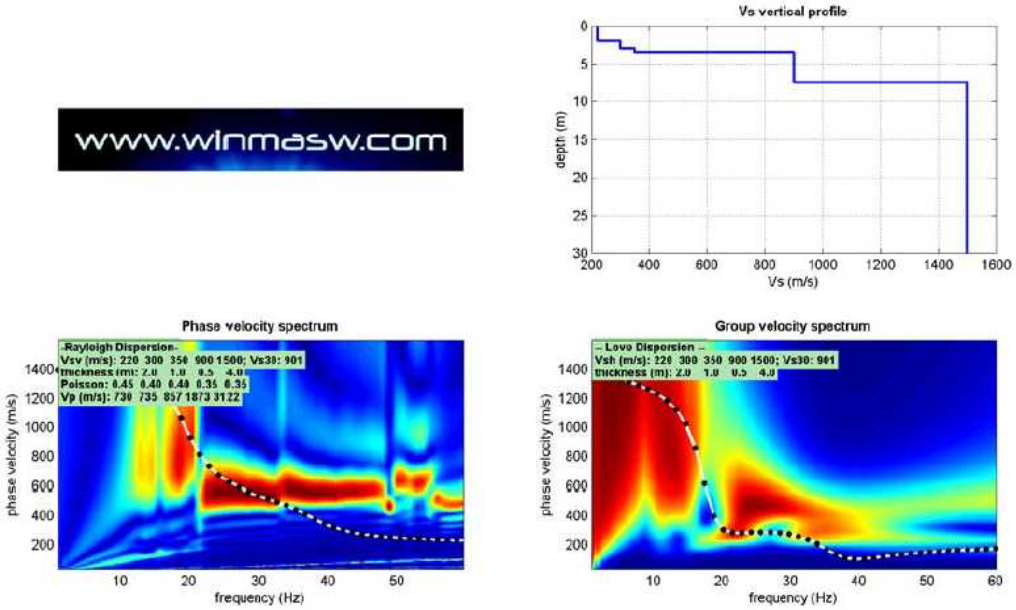
MASW 2A



Spessore (m)	Vs (m/s)	Modulo di taglio stimato (MPa)
2.0	250	126
1.0	300	178
0.5	350	247
4.0	900	1787
Semi-spazio	1600	6008

Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 959 m/s).

Figura 6.2.2.7: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW2A.

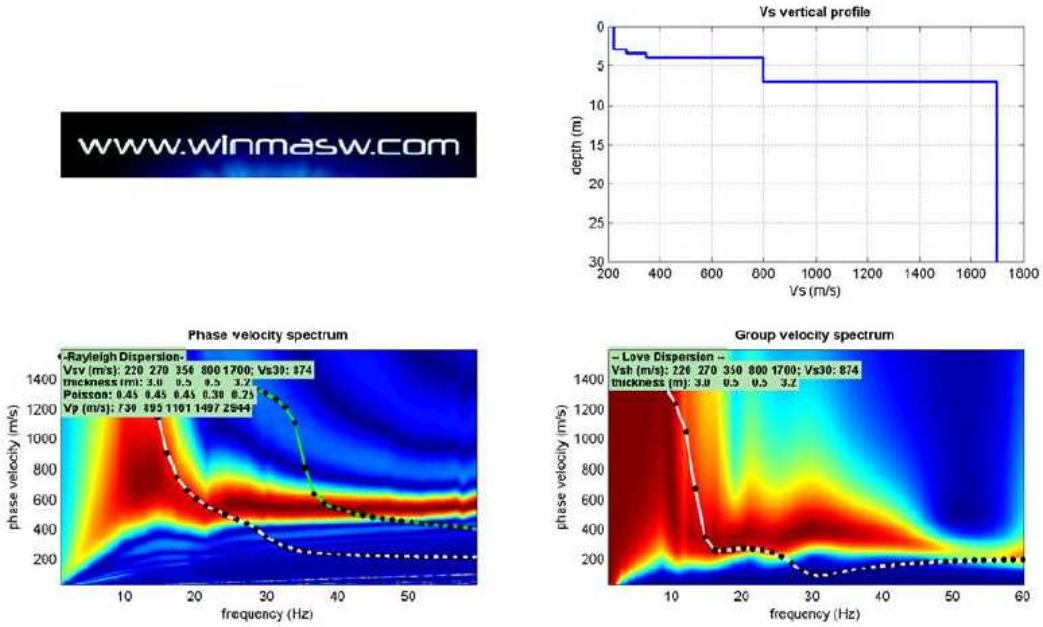


Spessore (m)	V_S (m/s)	Modulo di taglio stimato (MPa)
2.0	220	96
1.0	300	178
0.5	350	247
4.0	900	1787
Semi-spazio	1500	5245

Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 901 m/s).

Figura 6.2.2.8: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW2B.

MASW3A

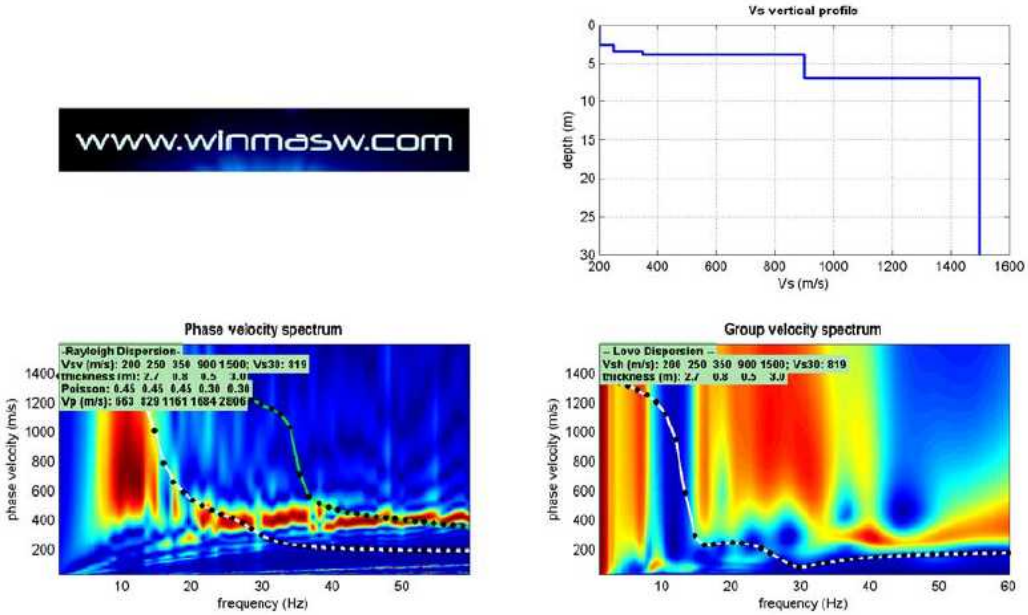


Spessore (m)	Vs (m/s)	Modulo di taglio stimato (MPa)
3.0	220	96
0.5	270	148
0.5	350	256
3.2	800	1377
Semi-spazio	1700	6696

Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 874 m/s).

Figura 6.2.2.9: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW3A.

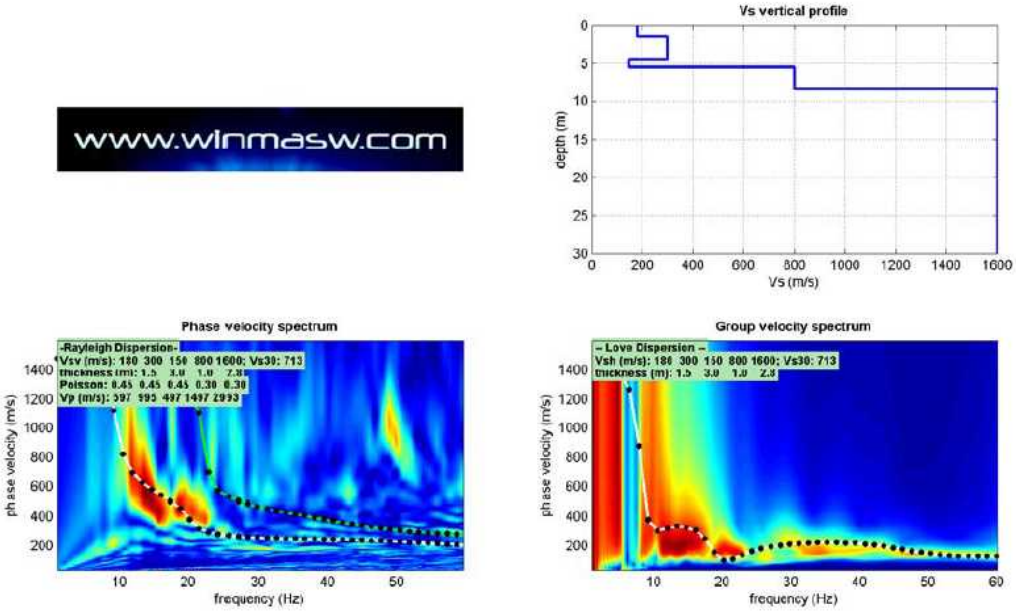
MASW3B



Spessore (m)	Vs (m/s)	Modulo di taglio stimato (MPa)
2.7	200	78
0.8	250	126
0.5	350	256
3.0	900	1766
Semi-spazio	1500	5187

Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 819 m/s).

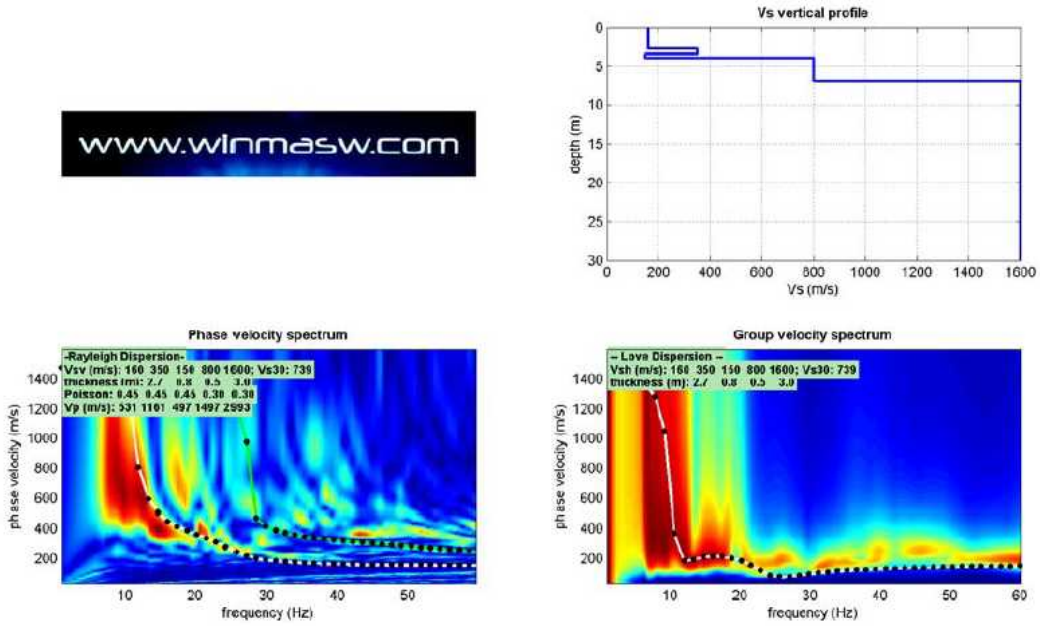
Figura 6.2.2.10: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW3B.



Spessore (m)	Vs (m/s)	Modulo di taglio stimato (MPa)
1.5	180	62
3.0	300	185
1.0	150	42
2.8	800	1377
Semi-spazio	1600	5942

Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 713 m/s).

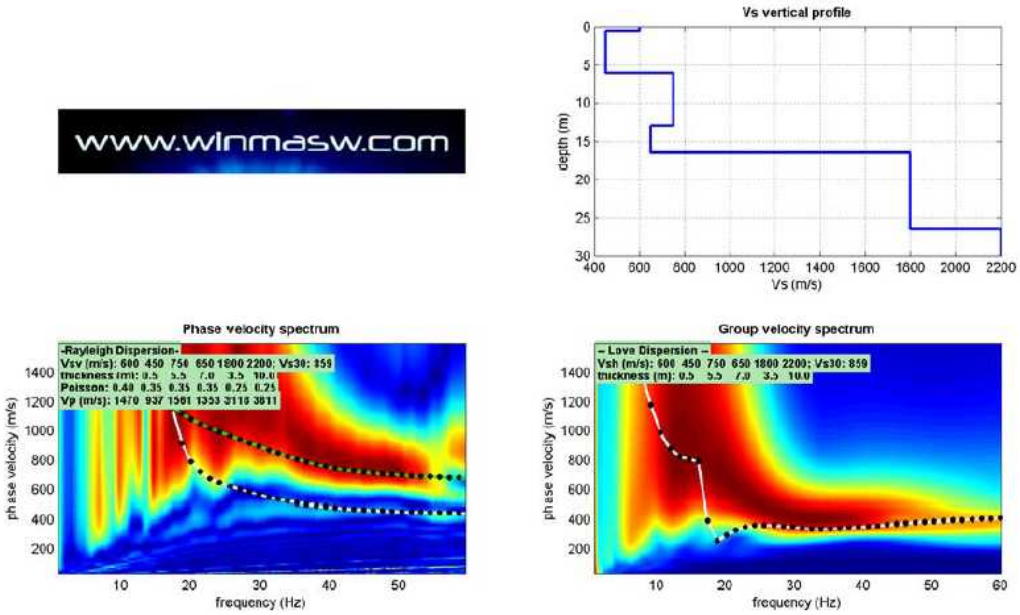
Figura 6.2.2.11: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW4A.



Spessore (m)	Vs (m/s)	Modulo di taglio stimato (MPa)
2.7	1600	49
0.8	350	256
01.5	150	42
3.0	800	1377
Semi-spazio	1600	5942

Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 739 m/s).

Figura 6.2.2.12: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW4B.

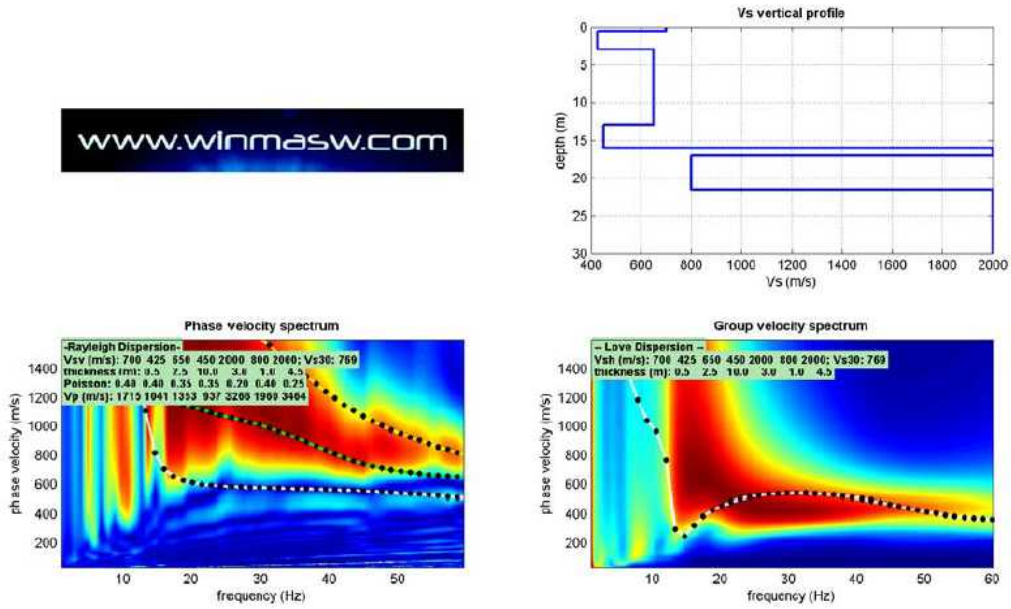


Spessore (m)	V_S (m/s)	Modulo di taglio stimato (MPa)
0.5	600	773
5.5	450	413
7.0	750	1216
3.5	650	899
10.0	1800	7552
Semi-spazio	1600	11519

Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 859 m/s).

Figura 6.2.2.13: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW5A.

MASW5B



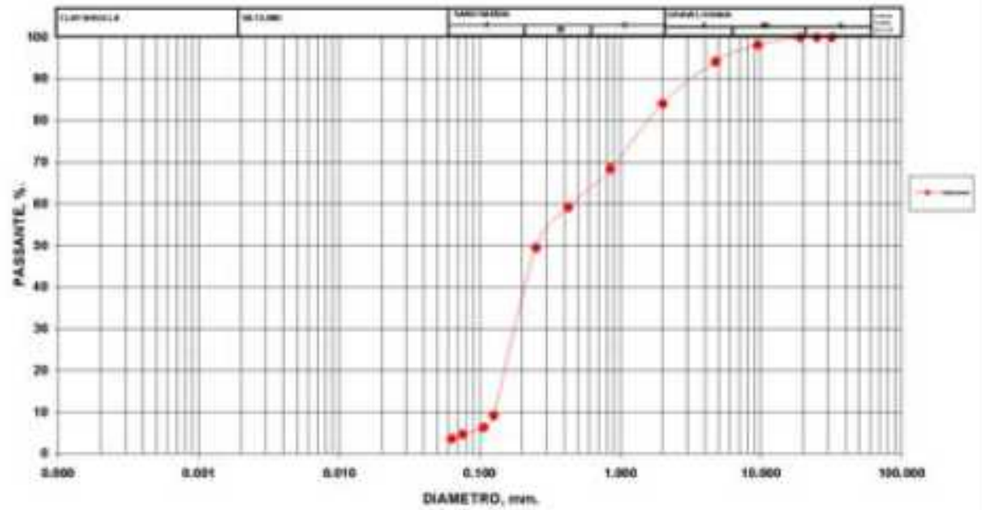
Spessore (m)	Vs (m/s)	Modulo di taglio stimato (MPa)
0.5	700	1071
2.5	425	373
10.0	650	899
3.0	450	413
1.0	2000	9369
4.5	800	1419
Semi-spazio	2000	9426

Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 769 m/s).

Figura 6.2.2.14: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW5B.

COMMESSA:	015/2011	**MATERIALE:**	Sabbie
COMMITTENTE:	Comune di Andora	**SONDAGGIO:**	S2
LOCALITA' :	Andora	**CAMPIONE:**	1
CANTIERE:	Porto di Andora	**PROFONDITA':**	-2,25 m/-2,50 m
DATA PREL CAMPIONE:	ago-11	**DATA ESEC PROVE:**	ott-11
N° ELABORATO:	AG018_LAB_ 015/2011		

ANALISI GRANULOMETRICA NORMA ASTM D421



ANALISI PER SETACCIATURA		ANALISI PER AEROMETRIA	
MAGLIE, mm.	PASSANTE, %	DIAMETRO, mm.	PASSANTE, %
32.000	100.00	0.075	---
25.000	100.00	0.07590	---
19.000	100.00	0.05367	---
9.500	98.14	0.03799	---
4.750	94.12	0.02687	---
2.000	84.04	0.01904	---
0.850	68.43	0.01392	---
0.425	59.18	0.00984	---
0.250	49.48	0.00696	---
0.125	9.19	0.00492	---
0.106	6.29	0.00347	---
0.075	4.64	0.00245	---
0.063	3.60	0.00142	---
		0.00137	---

GHIAIA, % =	15,96
SABBIA, % =	79,39
LIMO+ARGILLA, % =	4,64

d_{60}, mm =	0.43
d_{50}, mm =	0.26
d_{30}, mm =	0.17
d_{20}, mm =	0.14
d_{17}, mm =	0.14
d_{10}, mm =	0.13

Coefficiente di curvatura Cc =	0.52
Coefficiente di uniformità U =	3.31

SPERIMENTATORE: Dott. S. Santini **VISTO:** Geol. A. Candvero

COMMESSA:	015/2011	**MATERIALE:**	Sabbie
COMMITTENTE:	Comune di Andora	**SONDAGGIO:**	S2
LOCALITA' :	Andora	**CAMPIONE:**	1
CANTIERE:	Porto di Andora	**PROFONDITA':**	-2,25 m/-2,50 m
DATA PREL CAMPIONE:	ago-11	**DATA ESEC PROVE:**	ott-11
N° ELABORATO:	AG018_LAB_ 015/2011		

PARAMETRI FUSO GRANULOMETRICO

d_{60}, mm =	**0.43**
d_{50}, mm =	**0.26**
d_{30}, mm =	**0.17**
d_{20}, mm =	**0.14**
d_{17}, mm =	**0.14**
d_{10}, mm =	**0.13**
U =	**3.31**

POROSITA' (n)

Vukovic (Vukovic and Soro, 1992): **0.39**

CONDUCIBILITA' IDRAULICA (K)			**Utilizzabile**
Hazen (Hazen, 1892):	20.85 m/day	ok se U<5 e 0,1mm<d10<3mm	SI
Beyer (Beyer, 1966):	19.53 m/day	ok se 1<U<20 e 0,06mm<d10<0,6mm	SI
Sauerbrei (Vukovic and Soro, 1992):	9.02 m/day	ok se d17<0.5 mm	SI
Kozeny (Kozeny, 1953):	14.98 m/day		SI
Kozeny-Carman (Bear, 1972):	m/day	ok se d10>3 mm	NO
USBR (Vukovic and Soro, 1992):	3.38 m/day	ok se U<5	SI
Slichter (Slichter, 1898):	6.92 m/day	ok se 0.01mm<d10<5mm	SI
Terzaghi (Terzaghi, 1925):	m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie	NO
Terzaghi (Terzaghi, 1925):	m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie	NO
Bakhmeteff (Schneebeli, 1966):	3.45 m/day		SI
Zamarin (Zamarin, 1952):	17.95 m/day		SI
Zunker (Vukovic and Soro, 1992):	m/day	ok se sabbia media e medio - fine	NO
Krueger (Vukovich and Soro, 1992):	m/day	ok se U>5	NO
Alyamani and Sen:	6.58 m/day		SI
Sperry & Peirce (Cronican & Gribb, 2004):	9.50 m/day		SI

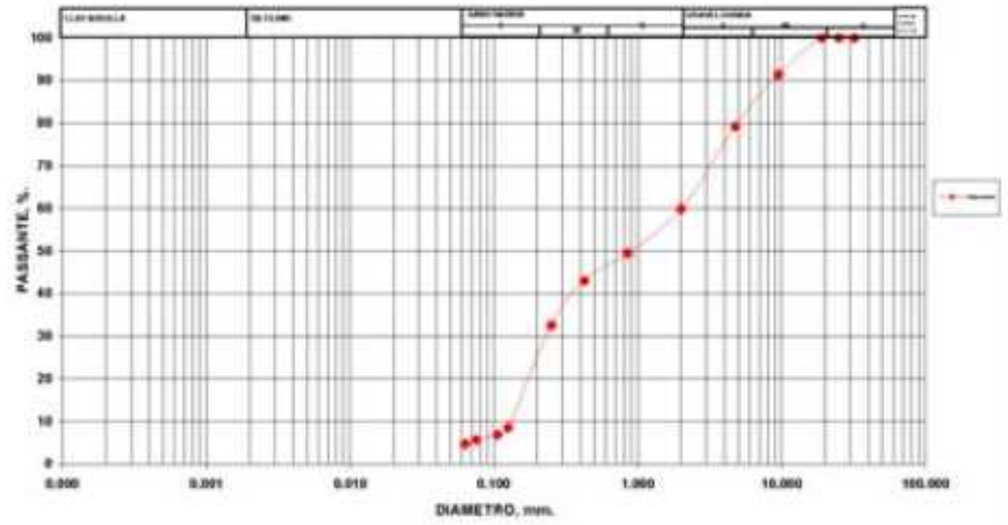
Numero dati utilizzabili #	10
Media μ	11.22
Deviazione standard σ	6.59
Valore minimo MIN	3.38
Valore massimo MAX	20.85
Coefficiente di variazione COV	59%

CALCOLO DEL 5° PERCENTILE MEDIA (COX)

Conducibilità idraulica K **7.91 m/day =** **9.2E-03 cm/sec**

COMMESSA:	015/2011	**MATERIALE:**	Sabbie
COMMITTENTE:	Comune di Andora	**SONDAGGIO:**	S2
LOCALITA':	Andora	**CAMPIONE:**	2
CANTIERE:	Porto di Andora	**PROFONDITA':**	-3,75 m/-4,00 m
DATA PREL CAMPIONE:	ago-11	**DATA ESEC PROVE:**	ott-11
N° ELABORATO:	AG018_LAB_ 015/2011		

ANALISI GRANULOMETRICA NORMA ASTM D421



ANALISI PER SETACCIATURA		ANALISI PER AEROMETRIA	
MAGLIE, mm.	PASSANTE, %	DIAMETRO, mm.	PASSANTE, %
32.000	100.00	0.075	—
25.000	100.00	0.07590	—
19.000	100.00	0.05367	—
9.500	91.45	0.03799	—
4.750	79.22	0.02687	—
2.000	59.88	0.01904	—
0.850	49.47	0.01392	—
0.425	43.08	0.00984	—
0.250	32.60	0.00696	—
0.125	8.55	0.00492	—
0.106	6.92	0.00347	—
0.075	5.63	0.00245	—
0.063	4.69	0.00142	—
		0.00137	—

GHIAIA, % =	40.12
SABBIA, % =	54.25
LIMO-ARGILLA, % =	5.63

d_{60}, mm =	0.43
d_{50}, mm =	0.26
d_{30}, mm =	0.17
d_{20}, mm =	0.14
d_{17}, mm =	0.14
d_{10}, mm =	0.13

Coefficiente di curvatura Cc =	0.52
Coefficiente di uniformità U =	3.31

SPERIMENTATORE: Dott. S. Sanfilni **VISTO:** Geol. A. Canavero

COMMESSA:	015/2011	**MATERIALE:**	Sabbie
COMMITTENTE:	Comune di Andora	**SONDAGGIO:**	S2
LOCALITA':	Andora	**CAMPIONE:**	2
CANTIERE:	Porto di Andora	**PROFONDITA':**	-3,75 m/-4,00 m
DATA PREL CAMPIONE:	ago-11	**DATA ESEC PROVE:**	ott-11
N° ELABORATO:	AG018_LAB_ 015/2011		

PARAMETRI FUSO GRANULOMETRICO

d_{60}, mm =	**2.00**
d_{50}, mm =	**0.86**
d_{30}, mm =	**0.24**
d_{20}, mm =	**0.18**
d_{17}, mm =	**0.16**
d_{10}, mm =	**0.13**
U =	**15.38**

POROSITA' (n)

Vukovic (Vukovic and Soro, 1992): **0.27**

CONDUCIBILITA' IDRAULICA (K)			**Utilizzabile**
Hazen (Hazen, 1892):	m/day	ok se U<5 e 0,1mm<d10<3mm	NO
Beyer (Beyer, 1966):	13.55 m/day	ok se 1<U<20 e 0,06mm<d10<0.6mm	SI
Sauerbrei (Vukovic and Soro, 1992):	2.63 m/day	ok se d17<0.5 mm	SI
Kozeny (Kozeny, 1953):	3.35 m/day		SI
Kozeny-Carman (Bear, 1972):	m/day	ok se d10>3 mm	NO
USBR (Vukovic and Soro, 1992):	m/day	ok se U<5	NO
Slichter (Slichter, 1898):	2.01 m/day	ok se 0.01mm<d10<5mm	SI
Terzaghi (Terzaghi, 1925):	3.45 m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie	SI
Terzaghi (Terzaghi, 1925):	1.97 m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie	SI
Bakhmeteff (Schneebeli, 1966):	2.09 m/day		SI
Zamarin (Zamarin, 1952):	4.50 m/day		SI
Zunker (Vukovic and Soro, 1992):	m/day	ok se sabbia mede e medio - fine	NO
Krueger (Vukovich and Soro, 1992):	4.25 m/day	ok se U>5	SI
Alyamani and Sen:	9.64 m/day		SI
Sperry & Peirce (Cronican & Gribb, 2004):	9.50 m/day		SI

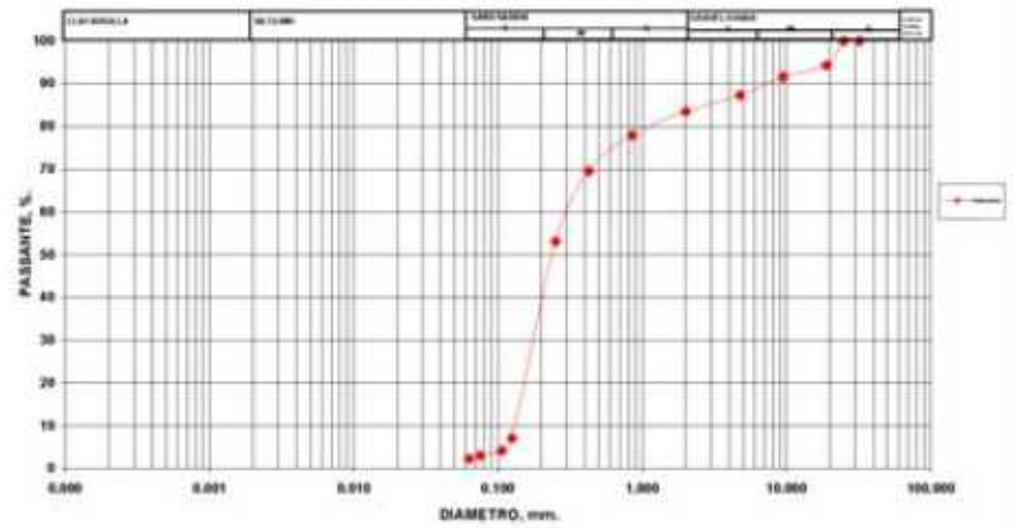
Numero dati utilizzabili #	11
Media μ	5.22
Deviazione standard σ	3.89
Valore minimo MIN	1.97
Valore massimo MAX	13.55
Coefficiente di variazione COV	75%

CALCOLO DEL 5° PERCENTILE MEDIA (COX)

Conducibilità idraulica K	**3.61 m/day =**	**4.2E-03 cm/sec**

COMMESSA:	015/2011	**MATERIALE:**	Sabbie
COMMITTENTE:	Comune di Andora	**SONDAGGIO:**	S3
LOCALITA':	Andora	**CAMPIONE:**	1
CANTIERE:	Porto di Andora	**PROFONDITA':**	-2,50 m/-2,75 m
DATA PREL CAMPIONE:	ago-11	**DATA ESEC PROVE:**	ott-11
N° ELABORATO:	AG018_LAB_ 015/2011		

ANALISI GRANULOMETRICA NORMA ASTM D421



ANALISI PER SETACCIATURA		ANALISI PER AEROMETRIA	
MAGLIE, mm.	PASSANTE, %	DIAMETRO, mm.	PASSANTE, %
32.000	100.00	0.075	—
25.000	100.00	0.07590	—
19.000	94.32	0.05367	—
9.500	91.59	0.03799	—
4.750	87.25	0.02687	—
2.000	83.51	0.01904	—
0.850	77.89	0.01392	—
0.425	69.54	0.00984	—
0.250	53.07	0.00696	—
0.125	7.13	0.00492	—
0.106	4.13	0.00347	—
0.075	3.00	0.00245	—
0.063	2.31	0.00142	—
		0.00137	—

GHIAIA, % =	16.49
SABBIA, % =	80.51
LIMO+ARGILLA % =	3.00

d_{60}, mm =	0.30
d_{50}, mm =	0.24
d_{30}, mm =	0.18
d_{25}, mm =	0.17
d_{11}, mm =	0.16
d_{10}, mm =	0.13

Coefficiente di curvatura Cc =	0.83
Coefficiente di uniformità U =	2.31

SPERIMENTATORE: Dott. S. Santini **VISTO:** Geol. A. Canavero

COMMESSA:	015/2011	**MATERIALE:**	Sabbie
COMMITTENTE:	Comune di Andora	**SONDAGGIO:**	S3
LOCALITA':	Andora	**CAMPIONE:**	1
CANTIERE:	Porto di Andora	**PROFONDITA':**	-2,50 m/-2,75 m
DATA PREL CAMPIONE:	ago-11	**DATA ESEC PROVE:**	ott-11
N° ELABORATO:	AG018_LAB_ 015/2011		

PARAMETRI FUSO GRANULOMETRICO

d_{60}, mm =	**0.30**
d_{50}, mm =	**0.24**
d_{30}, mm =	**0.18**
d_{25}, mm =	**0.17**
d_{11}, mm =	**0.16**
d_{10}, mm =	**0.13**
U =	**2.31**

POROSITA' (n)

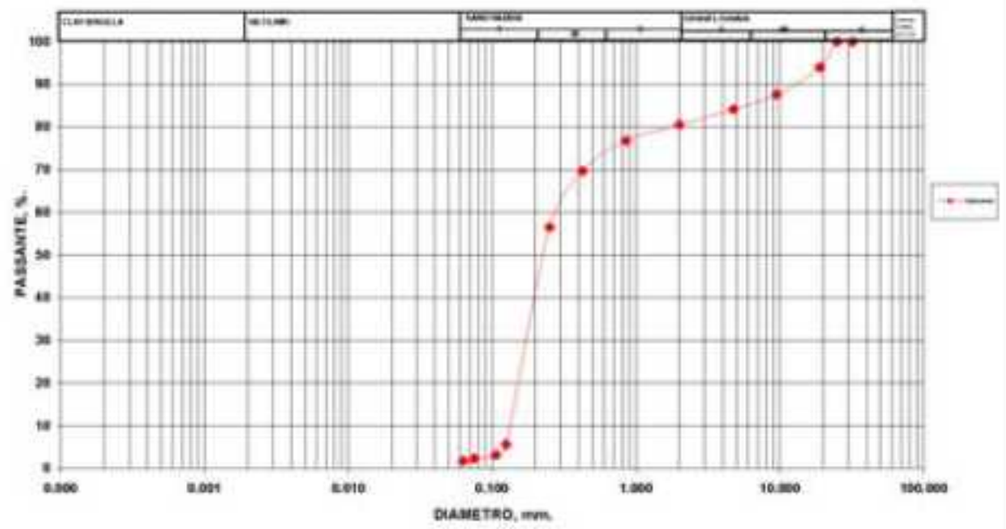
Vukovic (Vukovic and Soro, 1992): **0.42**

CONDUCIBILITA' IDRAULICA (K)			**Utilizzabile**
Hazen (Hazen, 1892):	23.38 m/day	ok se U<5 e 0,1mm<d10<3mm	SI
Beyer (Beyer, 1966):	20.93 m/day	ok se 1<U<20 e 0,06mm<d10<0,6mm	SI
Sauerbrei (Vukovic and Soro, 1992):	17.16 m/day	ok se d17<0.5 mm	SI
Kozeny (Kozeny, 1953):	20.29 m/day		SI
Kozeny-Carman (Bear, 1972):	m/day	ok se d10>3 mm	NO
USBR (Vukovic and Soro, 1992):	5.28 m/day	ok se U<5	SI
Slichter (Slichter, 1898):	8.69 m/day	ok se 0.01mm<d10<5mm	SI
Terzaghi (Terzaghi, 1925):	m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie	NO
Terzaghi (Terzaghi, 1925):	m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie	NO
Bakhmeteff (Schneebeli, 1966):	3.78 m/day		SI
Zamarin (Zamarin, 1952):	22.96 m/day		SI
Zunker (Vukovic and Soro, 1992):	13.03 m/day	ok se sabbia media e medio - fine	SI
Krueger (Vukovich and Soro, 1992):	m/day	ok se U>5	NO
Alyamani and Sen:	6.51 m/day		SI
Sperry & Peirce (Cronican & Gribb, 2004):	9.50 m/day		SI

Numero dati utilizzabili #	11	
Media μ	13.77	
Deviazione standard σ	7.42	
Valore minimo MIN	3.78	
Valore massimo MAX	23.38	
Coefficiente di variazione COV	54%	
CALCOLO DEL 5° PERCENTILE MEDIA (COX)		
Conducibilità idraulica K	**10.08 m/day =**	**1.2E-02 cm/sec**

COMMESSA:	015/2011	**MATERIALE:**	Sabbie
COMMITTENTE:	Comune di Andora	**SONDAGGIO:**	S3
LOCALITA':	Andora	**CAMPIONE:**	2
CANTIERE:	Porto di Andora	**PROFONDITA':**	-3,00 m/-3,25 m
DATA PREL CAMPIONE:	ago-11	**DATA ESEC PROVE:**	ott-11
N° ELABORATO:	AG018_LAB_ 015/2011		

ANALISI GRANULOMETRICA NORMA ASTM D421



ANALISI PER SETACCIATURA		ANALISI PER AEROMETRIA	
MAGLIE, mm.	PASSANTE, %	DIAMETRO, mm.	PASSANTE, %
32.000	100.00	0.075	---
25.000	100.00	0.07590	---
19.000	93.99	0.05367	---
9.500	87.58	0.02799	---
4.750	84.12	0.02687	---
2.000	80.52	0.01904	---
0.850	76.75	0.01392	---
0.425	69.48	0.00984	---
0.250	56.53	0.00696	---
0.125	5.63	0.00492	---
0.106	3.17	0.00347	---
0.075	2.31	0.00245	---
0.063	1.77	0.00142	---
		0.00137	---

GHIAIA, % =	19,48
SABBIA, % =	78,20
LIMO+ARGILLA, % =	2,31

d_{60}, mm =	0.28
d_{50}, mm =	0.24
d_{30}, mm =	0.18
d_{20}, mm =	0.17
d_{17}, mm =	0.16
d_{10}, mm =	0.13

Coefficiente di curvatura Cc =	0.89
Coefficiente di uniformità U =	2.15

SPERIMENTATORE: Dott. S. Sanfilvi **VISTO:** Geol. A. Canavero

COMMESSA:	015/2011	**MATERIALE:**	Sabbie
COMMITTENTE:	Comune di Andora	**SONDAGGIO:**	S3
LOCALITA':	Andora	**CAMPIONE:**	2
CANTIERE:	Porto di Andora	**PROFONDITA':**	-3,00 m/-3,25 m
DATA PREL CAMPIONE:	ago-11	**DATA ESEC PROVE:**	ott-11
N° ELABORATO:	AG018_LAB_ 015/2011		

PARAMETRI FUSO GRANULOMETRICO

d_{60}, mm =	**0.28**
d_{50}, mm =	**0.24**
d_{30}, mm =	**0.18**
d_{20}, mm =	**0.17**
d_{17}, mm =	**0.16**
d_{10}, mm =	**0.13**
U =	**2.15**

POROSITA' (n)

Vukovic (Vukovic and Soro, 1992): **0.43**

CONDUCIBILITA' IDRAULICA (K)			**Utilizzabile**
Hazen (Hazen, 1892):	23.81 m/day	ok se U<5 e 0,1mm<d10<3mm	SI
Beyer (Beyer, 1966):	21.20 m/day	ok se 1<U<20 e 0,06mm<d10<0,6mm	SI
Sauerbrei (Vukovic and Soro, 1992):	18.06 m/day	ok se d17<0.5 mm	SI
Kozeny (Kozeny, 1953):	21.35 m/day		SI
Kozeny-Carman (Bear, 1972):	m/day	ok se d10>3 mm	NO
USBR (Vukovic and Soro, 1992):	5.28 m/day	ok se U<5	SI
Slichter (Slichter, 1898):	9.02 m/day	ok se 0.01mm<d10<5mm	SI
Terzaghi (Terzaghi, 1925):	m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie	NO
Terzaghi (Terzaghi, 1925):	m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie	NO
Bakhmeteff (Schneebeli, 1966):	3.84 m/day		SI
Zamarin (Zamarin, 1952):	23.90 m/day		SI
Zunker (Vukovic and Soro, 1992):	13.29 m/day	ok se sabbia media e medio - fine	SI
Krueger (Vukovich and Soro, 1992):	m/day	ok se U>5	NO
Alyamani and Sen:	6.51 m/day		SI
Sperry & Peirce (Cronican & Gribb, 2004)	9.50 m/day		SI

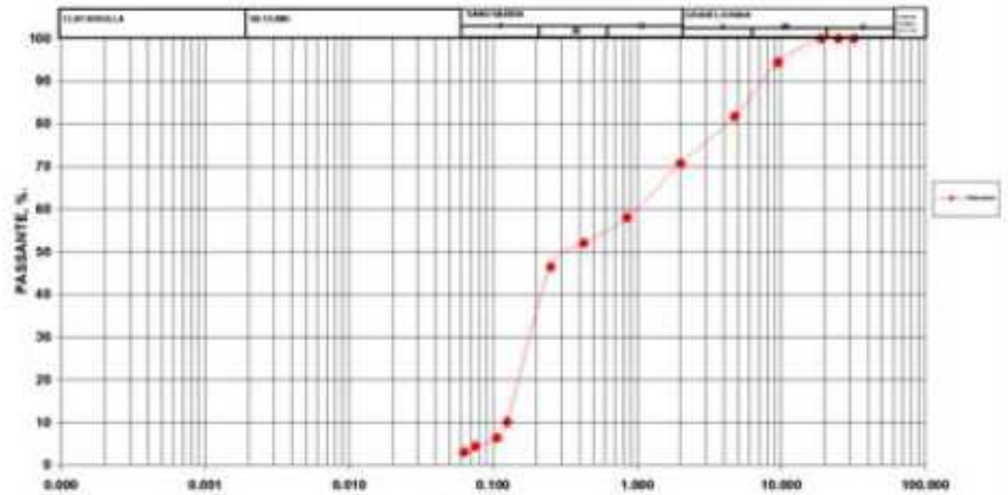
Numero dati utilizzabili #	11
Media μ	14.16
Deviazione standard σ	7.73
Valore minimo MIN	3.84
Valore massimo MAX	23.90
Coefficiente di variazione COV	55%

CALCOLO DEL 5° PERCENTILE MEDIA (COX)

Conducibilità idraulica K **10.31 m/day =** **1.2E-02 cm/sec**

COMMESSA:	015/2011	**MATERIALE:**	Sabbie
COMMITTENTE:	Comune di Andora	**SONDAGGIO:**	S3
LOCALITA':	Andora	**CAMPIONE:**	3 (SPT)
CANTIERE:	Porto di Andora	**PROFONDITA':**	-1,50 m/-1,95 m
DATA PREL CAMPIONE:	ago-11	**DATA ESEC PROVE:**	ott-11
N° ELABORATO:	AG018_LAB_ 015/2011		

ANALISI GRANULOMETRICA NORMA ASTM D421



ANALISI PER SETACCIATURA		ANALISI PER AEROMETRIA	
MAGLIE mm.	PASSANTE %	DIAMETRO mm.	PASSANTE %
32.000	100.00	0.075	---
25.000	100.00	0.07590	---
19.000	100.00	0.05367	---
9.500	94.38	0.03799	---
4.750	81.78	0.02687	---
2.000	70.70	0.01904	---
0.850	58.04	0.01392	---
0.425	52.09	0.00984	---
0.250	46.51	0.00696	---
0.125	10.12	0.00492	---
0.106	6.43	0.00347	---
0.075	4.43	0.00245	---
0.063	3.09	0.00142	---
		0.00137	---

GHIAIA, % =	29.30
SABBIA, % =	66.27
LIMO+ARGILLA, % =	4.43

d_{60}, mm =	1.00
d_{50}, mm =	0.31
d_{30}, mm =	0.18
d_{25}, mm =	0.16
d_{17}, mm =	0.13
d_{10}, mm =	0.13

Coefficiente di curvatura Cc =	0.24
Coefficiente di uniformità U =	8.00

SPERIMENTATORE: Dott. S. Sanfilippo **VISTO:** Geol. A. Canavero

COMMESSA:	015/2011	**MATERIALE:**	Sabbie
COMMITTENTE:	Comune di Andora	**SONDAGGIO:**	S3
LOCALITA':	Andora	**CAMPIONE:**	3 (SPT)
CANTIERE:	Porto di Andora	**PROFONDITA':**	-1,50 m/-1,95 m
DATA PREL CAMPIONE:	ago-11	**DATA ESEC PROVE:**	ott-11
N° ELABORATO:	AG018_LAB_ 015/2011		

PARAMETRI FUSO GRANULOMETRICO

d_{60}, mm =	1.00
d_{50}, mm =	0.31
d_{30}, mm =	0.18
d_{25}, mm =	0.16
d_{17}, mm =	0.13
d_{10}, mm =	0.13
U =	8.00

POROSITA' (n)

Vukovic (Vukovic and Soro, 1992):	0.31

CONDUCIBILITA' IDRAULICA (K)

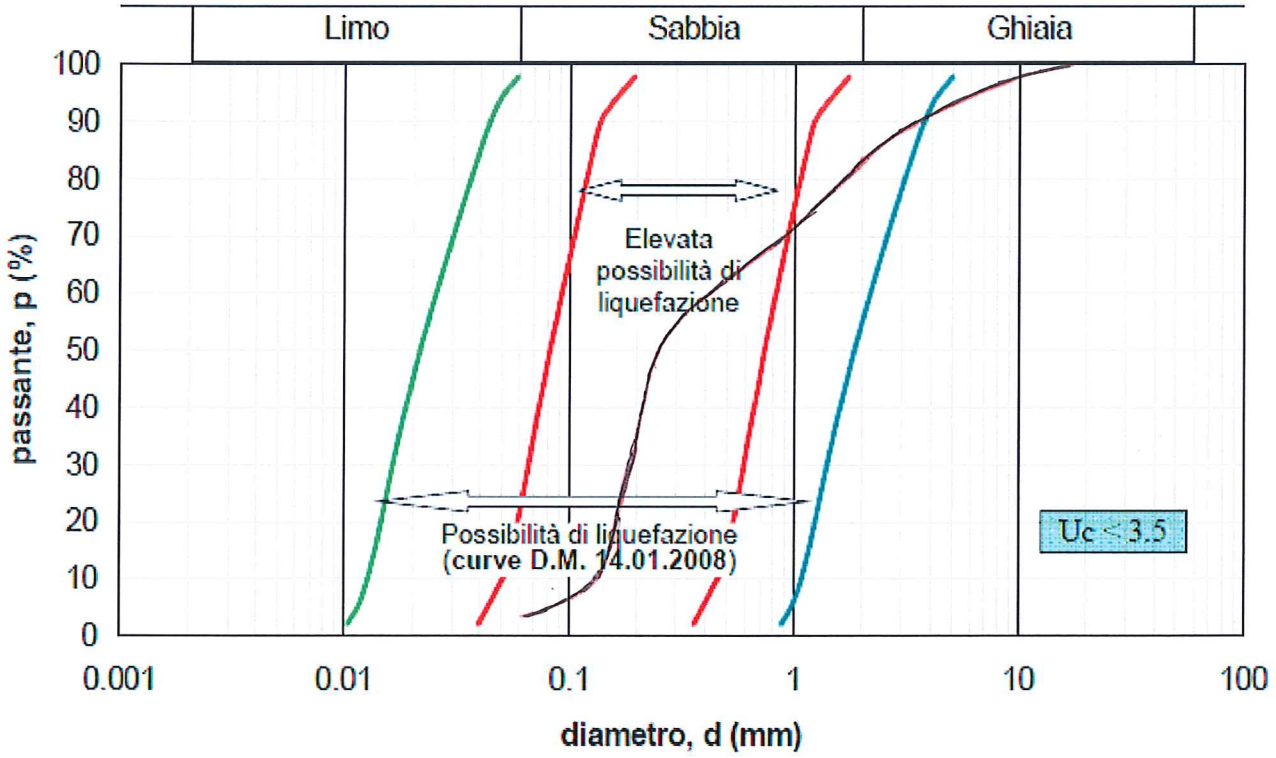
			Utilizzabile
Hazen (Hazen, 1892):	m/day	ok se U<5 e 0,1mm<d10<3mm	NO
Beyer (Beyer, 1966):	14.88 m/day	ok se 1<U<20 e 0,06mm<d10<0,6mm	SI
Sauerbrei (Vukovic and Soro, 1992):	3.19 m/day	ok se d17<0.5 mm	SI
Kozeny (Kozeny, 1953):	5.44 m/day		SI
Kozeny-Carman (Bear, 1972):	m/day	ok se d10>3 mm	NO
USBR (Vukovic and Soro, 1992):	m/day	ok se U<5	NO
Slichter (Slichter, 1898):	3.02 m/day	ok se 0.01mm<d10<5mm	SI
Terzaghi (Terzaghi, 1925):	5.57 m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie	SI
Terzaghi (Terzaghi, 1925):	3.18 m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie	SI
Bakhmeteff (Schneebeli, 1966):	2.35 m/day		SI
Zamarin (Zamarin, 1952):	7.42 m/day		SI
Zunker (Vukovic and Soro, 1992):	m/day	ok se sabbia media e medio - fine	NO
Krueger (Vukovich and Soro, 1992):	6.19 m/day	ok se U>5	SI
Alyamani and Sen:	6.86 m/day		SI
Sperry & Peirce (Cronican & Gribb, 2004):	9.50 m/day		SI

Numero dati utilizzabili #	11
Media μ	6.15
Deviazione standard σ	3.64
Valore minimo MIN	2.35
Valore massimo MAX	14.88
Coefficiente di variazione COV	59%

CALCOLO DEL 5° PERCENTILE MEDIA (COX)

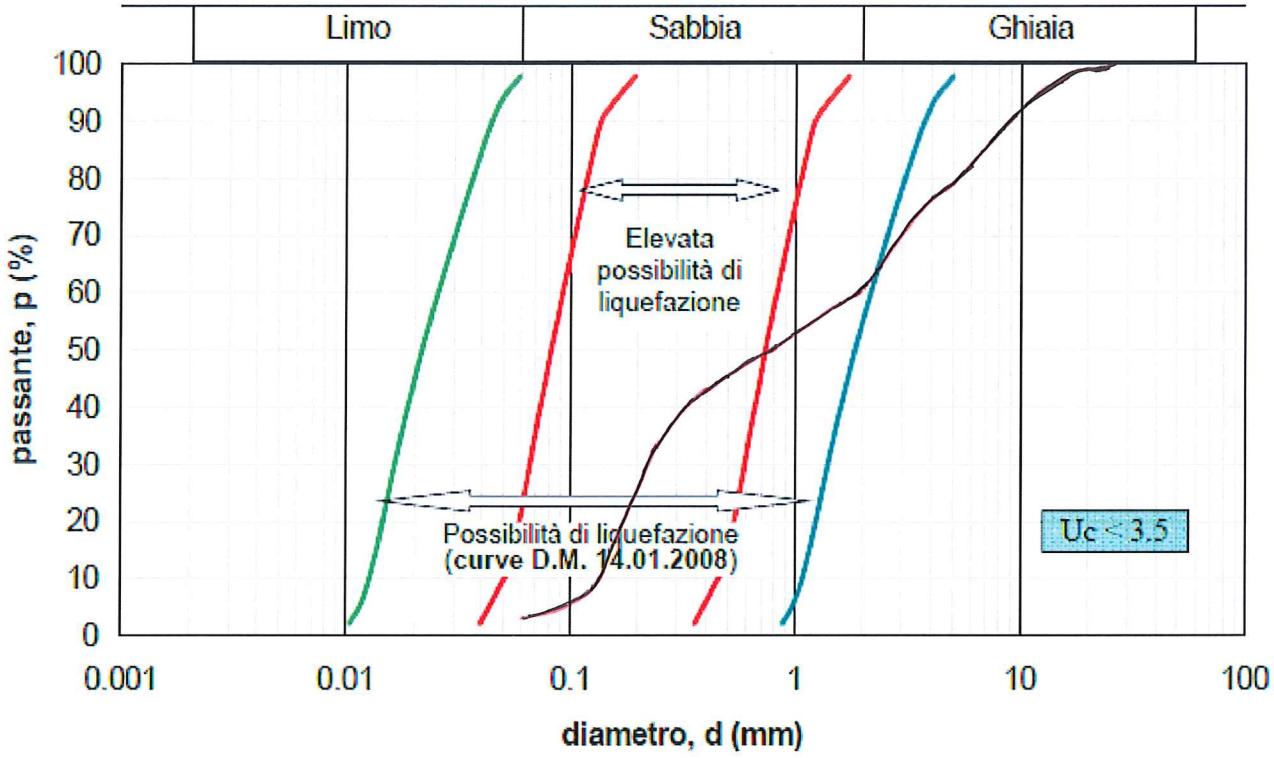
Conducibilità idraulica K	**4.61 m/day =**	**5.3E-03 cm/sec**

Fasce critiche (coefficiente di uniformità Uc < 3.5)



S2-1
$U_c = 3.31$

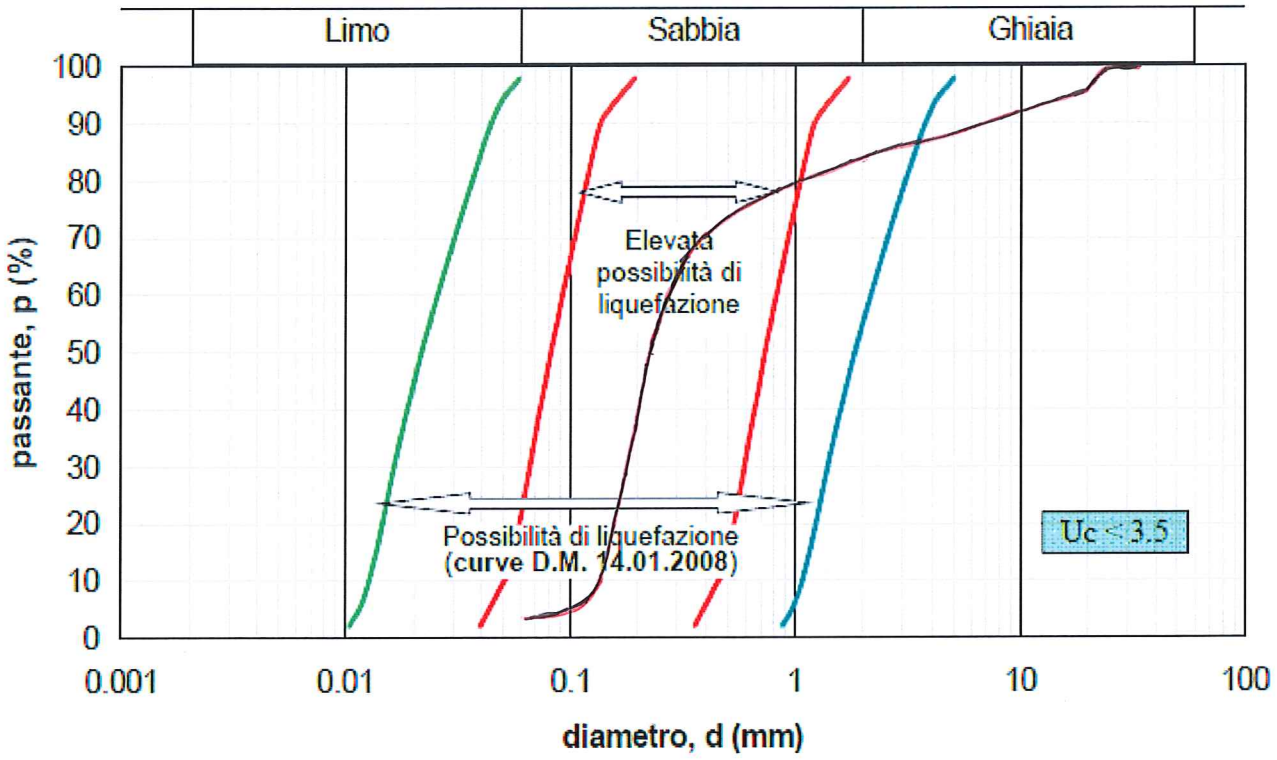
Fasce critiche (coefficiente di uniformità Uc < 3.5)



S2 - 2

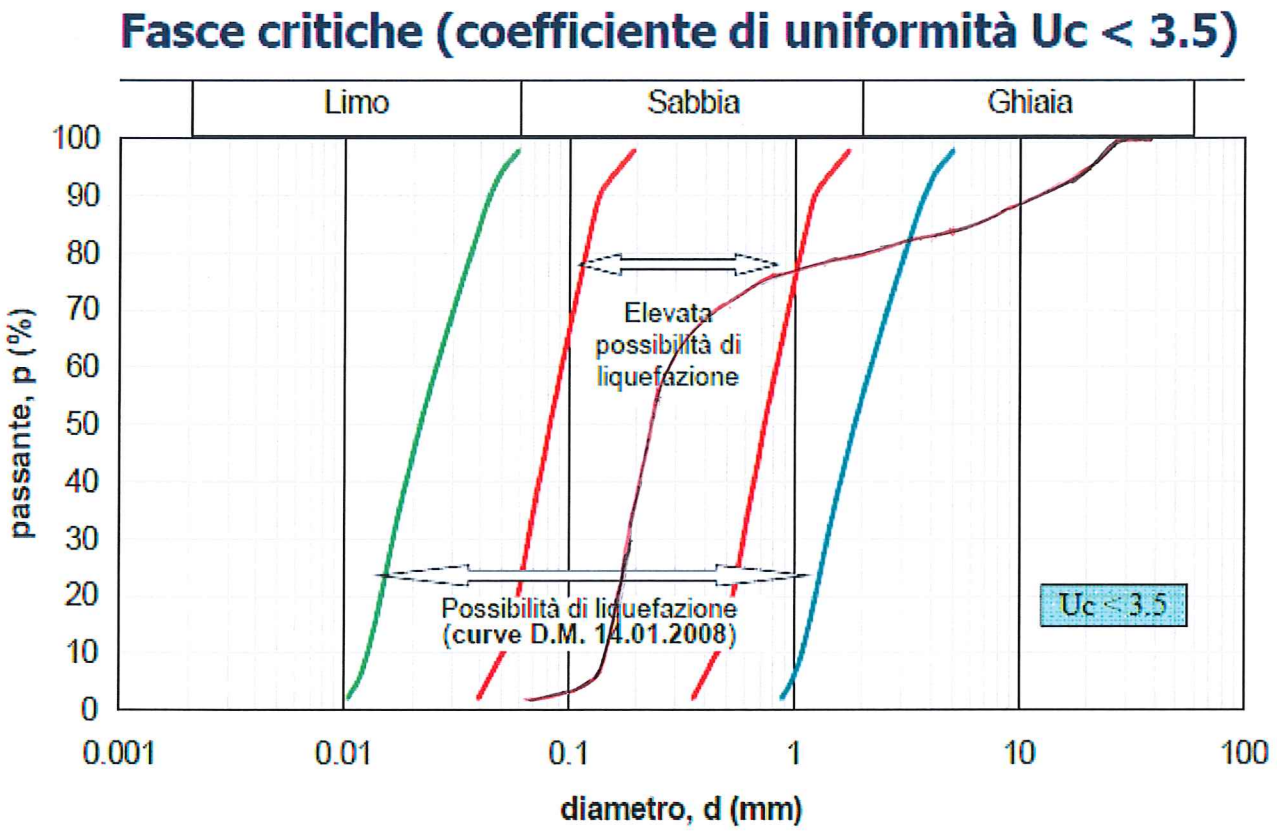
$U_c = 3,31$

Fasce critiche (coefficiente di uniformità Uc < 3.5)



$S_3 - 1$

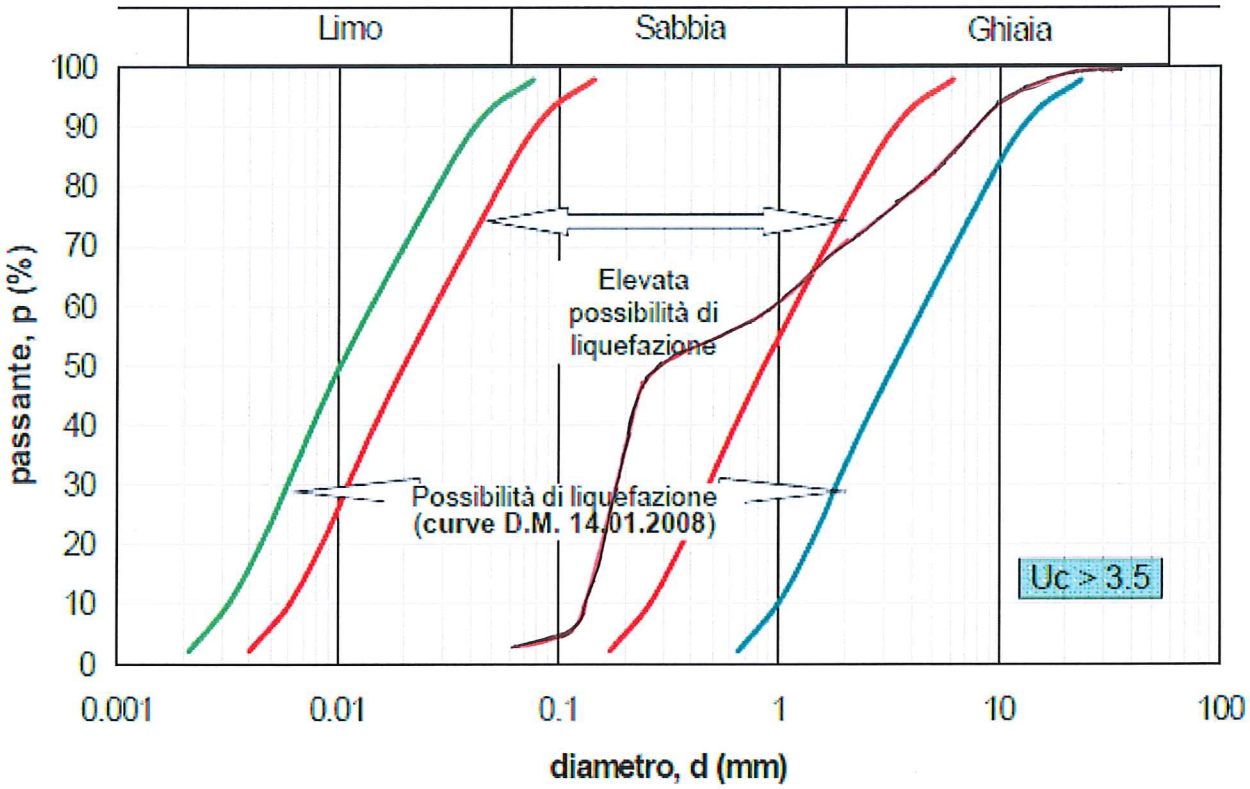
$U_c = 2,31$


Fasce critiche (coefficiente di uniformità Uc < 3.5)
Limo
Sabbia
Ghiaia
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
passante, p (%)
Elevata possibilità di liquefazione
Possibilità di liquefazione (curve D.M. 14.01.2008)
Uc < 3.5
0.001
0.01
0.1
1
10
100
diametro, d (mm)

$S_3 - 2$

$U_c = 2,15$

Fasce critiche (coefficiente di uniformità Uc > 3.5)



$S_3 - 3$

$U_c = 8$

Stazione di rilevamento geomeccanico RIL01.

Figura 6.2.1.13: Foto stazione di rilevamento geomeccanico/geostrutturale RIL01.

Secondo Bieniawski (1973):

Classificazione dell'ammasso roccioso

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
31	24	Quarta	Scadente

Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strenght Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
3,3	31	153	20,3	122	17,2

Secondo Romana (1985):

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso

SMR	Classe	Descrizione
43	Terza	Mediocre

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente stabile	Lungo piani o per cunei	Sistematica

Stazione di rilevamento geomeccanico RIL02.

Figura 6.2.1.14: Foto stazione di rilevamento geomeccanico/geostrutturale RIL02.

Secondo Bieniawski (1973):

Classificazione dell'ammasso roccioso

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
61	59	Terza	Mediocre

Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strenght Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
22	61	305	35	244	29

Secondo Romana (1985):

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso

SMR	Classe	Descrizione
74	Seconda	Buona

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Stabile	Possibili blocchi	Occasionale

Stazione di rilevamento geomeccanico RIL03.

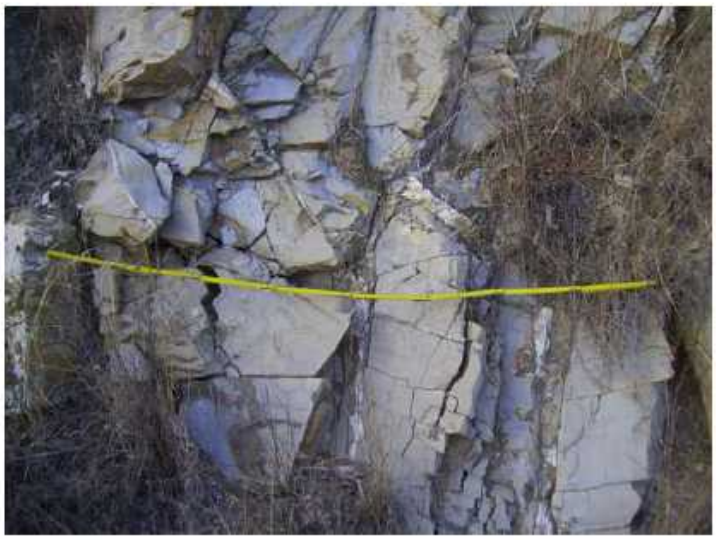


Figura 6.2.1.15: Foto stazione di rilevamento geomeccanico/geostrutturale RIL03.

Secondo Bieniawski (1973):

Classificazione dell'ammasso roccioso

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
57	51	Terza	Mediocre

Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strenght Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
15	53	288	34	231	28

Secondo Romana (1985):

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso

SMR	Classe	Descrizione
61	Terza	Mediocre

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente Stabile	Lungo piani o per cunei	Sistematica

Stazione di rilevamento geomeccanico RIL04.

Figura 6.2.1.16: Foto stazione di rilevamento geomeccanico/geostrutturale RIL04.

Secondo Bieniawski (1973):

Classificazione dell'ammasso roccioso

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
72	65	Seconda	Buona

Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strenght Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
45	67	363	41	290	34

Secondo Romana (1985):

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso

SMR	Classe	Descrizione
75	Seconda	Buona

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Stabile	Possibili blocchi	Occasionale

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

UNIONE DEI COMUNI

DELLA VALMERULA E DI MONTAROSIO

ANDORA (SV) - STELLANELLO (SV) - TESTICO (SV) - CESIO (IM) - CHIUSANICO (IM)

COMMITTENTE

RAPPORTO INDAGINI GEOGNOSTICHE

AFFIDAMENTO INCARICO PER INDAGINE GEOGNOSTICA IN RELAZIONE ALLA PROGETTAZIONE DEL "PUO A MODIFICA DELLO SUA APPROVATO –DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE TR-CO2 DI P.U.C.".

CIG Unione N° ZBF25A6E59

COMUNE DI ANDORA

PROVINCIA DI SAVONA

Genova, 01_02_2019

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. LUCA MALDOTTI
A.P. n. 411
data iscr. 16-09-99

Dott. Geol. Luca Maldotti
(Direttore Tecnico Indagini Geognostiche)

C.F. e P.IVA> 01293970990 - **N° Iscr. Reg. Impr. GE>** 01293970990 - **R.E.A. della CCIAA GE>** 398554

AssociazioneImpreseFondazioni
consolidamenti – indagini nel sottosuolo

ANCE GENOVA
assedil

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

INDICE

1. PREMESSA 03

2. SONDAGGI GEOGNOSTICI 04

2.1 PERFORAZIONE 04

2.2 STRATIGRAFIA 05

3. PROVE GEOTECNICHE IN SITU 07

3.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE S.P.T. 07

4. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO 10

ALLEGATI AL TESTO

1. ORTOFOTO CON UBICAZIONE INDAGINI

2. DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE S1

3. DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE S2

4. DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE S3

5. DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE S4

6. CERTIFICATO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

1. PREMESSA

L'Impresa M3D Costruzioni Speciali S.r.l. è stata incaricata dal.'UNIONE DEI COMUNI DELLA VALMERULA E DI MONTAROSIO, con Determina Dirigenziale N°663 del 11 Novembre 2018 ad eseguire una campagna di indagini geognostiche nell'ambito del "PUO A MODIFICA DELLO SUA APPROVATO –DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE TR-CO2 DI P.U.C."", in Comune di Andora SV.

L'incarico ha previsto, le seguenti lavorazioni:

- Esecuzione di N°04 sondaggi geognostici eseguiti a rotazione ed a c.c. della profondità rispettivamente di 12 ml. da p.c. per la verticale denominata S1, di 20 ml. da p.c. per la verticale denominata S2, di 22 ml. da p.c. per la verticale denominata S3 e di 29 ml. da p.c. per la verticale denominata S4.
- Esecuzione di prove Standard Penetration Test in avanzamento nei sondaggi S1 e S3.
- Prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati di terre da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio.

Le lavorazioni hanno avuto inizio in data 03 Dicembre 2018 e sono state ultimate in data 12 Dicembre 2018.

C.F. e P.IVA> 01293970990 - **N° Iscr. Reg. Impr. GE>** 01293970990 - **R.E.A. della CCIAA GE>** 398554

AssociazioneImpreseFondazioni
consolidamenti – indagini nel sottosuolo

ANCE GENOVA assedil

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

2. SONDAGGI GEOGNOSTICI

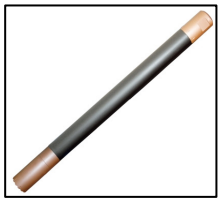
2.1 PERFORAZIONE

Le perforazioni sono state condotte eseguendo sondaggi geognostici a rotazione ed a carotaggio continuo con una perforatrice idraulica Beretta T44 montata su cingoli gommati, avente le seguenti caratteristiche:

- Velocità di rotazione: 550 rpm
- Coppia massima: 650 Kgm
- Corsa continua: 350 cm
- Spinta: 4000 Kg
- Tiro: 4000 Kg
- Pompa per fluidi di perforazione pressione 50 Bar portata 200 lt

Durante l'avanzamento nei terreni sciolti sono stati utilizzati carotieri semplici con valvola a sfera in testa e calice per perforazione a secco, muniti di corone ad inserti di widia, con le seguenti caratteristiche:
Diametro nominale Øest = 101 / 116 mm
Lunghezza utile L = 150 cm.

Per il campionamento del substrato roccioso è stato utilizzato un carotiere doppio (T2/T6/T6S), con una debole circolazione di acqua, utilizzando corone diamantate, con le seguenti caratteristiche:
Diametro nominale Øest = 101 / 116 mm
Lunghezza utile L = 150 cm.



C.F. e P.IVA> 01293970990 - **N° Iscr. Reg. Impr. GE>** 01293970990 - **R.E.A. della CCIAA GE>** 398554
AssociazioneImpreseFondazioni consolidamenti – indagini nel sottosuolo
ANCE GENOVA assedil

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

In assenza di sufficiente autosostentamento delle pareti del foro ad ogni manovra di carotaggio è seguita una manovra di rivestimento utilizzando tubi di diametro 127 / 140 mm, dotati di una scarpa ad inserti di widia. Le operazioni di rivestimento, viste le caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, hanno richiesto un debole circolazione di acqua.

Le carote provenienti dalle perforazioni sono state ordinate in successione continua, entro apposite cassette catalogatrici in pvc di centimetri 100 x 50 e d'altezza adeguata. Le cassette sono state in seguito fotografate da un'angolazione di circa 90°, previa l'installazione di un riferimento indicante la località del cantiere, il numero del sondaggio e le quote di riferimento delle carote. Le fotografie sono state eseguite con una fotocamera digitale.

2.2 STRATIGRAFIE

Per il sondaggio geognostico a carotaggio continuo è stata redatta la relativa stratigrafia allegata alla presente relazione, riportante tutte le informazioni riguardanti le operazioni di perforazione e le caratteristiche delle carote e dei terreni, come di seguito indicato:

a) informazioni generali del sondaggio:
- metodo di perforazione;
- diametro del foro;
- utensili utilizzati;
- lunghezza del tratto rivestito;
- metri realizzati con i diversi carotieri e le diverse corone.

C.F. e P.IVA> 01293970990 - **N° Iscr. Reg. Impr. GE>** 01293970990 - **R.E.A. della CCIAA GE>** 398554

AssociazioneImpreseFondazioni consolidamenti – indagini nel sottosuolo

ANCE GENOVA assedil

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

b) informazioni relative ai terreni:

- tipo di terreno;
- colore;
- massime dimensioni dei clasti e forma predominante per i terreni ghiaiosi;
- uniformità dei terreni granulari;
- struttura del terreno;
- presenza di materiale organico.

Nella stesura della descrizione è stato elencato per primo il nome del costituente principale seguito dal costituente secondario nella seguente forma, in accordo alle Raccomandazioni AGI (1977):

- preceduto dalla congiunzione "con" se rappresenta una percentuale compresa tra il 25% ed il 50 %;
- eguito dal suffisso "oso" se rappresenta una percentuale compresa tra il 10% ed il 25%;
- preceduto da "debolmente" e seguito dal suffisso "oso" se rappresenta una percentuale compresa tra il 5% ed il 10%.

Per le carote è stato inoltre determinato in sito il recupero percentuale.

Nella descrizione dei terreni sciolti è stato fatto riferimento alla seguente tabella:

C.F. e P.IVA> 01293970990 - **N° Iscr. Reg. Impr. GE>** 01293970990 - **R.E.A. della CCIAA GE>** 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

Definizione		*Diametro dei grani [mm]*	*Criteri d'identificazione*
blocchi		>200	Visibili ad occhio nudo
Ciottoli		60-200	Visibili ad occhio nudo
Ghiaia	grossolana	20-60	Visibile ad occhio nudo
	media	6-20	
	fine	2-6	
Sabbia	grossolana	0.6-2	Visibile ad occhio nudo
	media	0.2-0.6	
	fine	0.06-0.2	
Limo		0.002-0.06	Solo se grossolano è visibile a occhio nudo, poco plastico, dilatante, lievemente granulare al tatto, si disgrega velocemente in acqua, si essicca velocemente, possiede coesione ma può essere polverizzato tra le dita
Argilla		<0.002	Plastica, non dilatante, liscia al tatto, appiccica alle dita, si disgrega in acqua lentamente, asciuga lentamente, si ritira durante l'essiccazione, i frammenti asciutti possono essere rotti ma non polverizzati fra le dita
terreno organico o vegetale			Contiene una rilevante percentuale di sostanze organiche vegetali
Torba			Predominano i resti lignei non mineralizzati, colore scuro, bassa densità

3. PROVE GEOTECNICHE IN SITU

3.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SPT

Durante l'esecuzione della perforazione è stata richiesta l'esecuzione di alcune prove Standard Penetration Test; tale prova consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso a partire dal fondo di un foro di sondaggio.

C.F. e P.IVA> 01293970990 - **N° Iscr. Reg. Impr. GE>** 01293970990 - **R.E.A. della CCIAA GE>** 398554
AssociazioneImpreseFondazioni consolidamenti – indagini nel sottosuolo

ANCE GENOVA assedil

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione della prova S.P.T. è stata quella di dimensioni standard (Raccomandazioni A.G.I. per la programmazione e l'esecuzione delle indagini geotecniche, 1977).

Il dispositivo di percussione comprende: testa di battitura avvitata sulle aste, un maglio del peso di 63.5 kg (± 0.5 kg), ed un sistema di guida sganciamento automatico del maglio, che assicura una corsa a caduta libera di 75 cm. La prova d'infissione, avvenuta in fondo al foro precedentemente pulito, consiste nel far penetrare il campionatore in questo caso a punta aperta per tratti successivi di 15 cm., registrando ogni volta il numero di colpi necessari (N_1, N_2, N_3). Con il primo tratto, detto di "avviamento", s'intende superare la zona di terreno rimaneggiata in fase di perforazione; se con N_1 = 50 colpi l'avviamento è minore di 15 cm., l'infissione deve essere sospesa e la prova si dichiara conclusa, annotando la relativa penetrazione.

Se il tratto di avviamento è stato superato, si conteggiano N_2 e N_3 (da 15 a 30 e da 30 a 45 cm.) fino ad un limite complessivo di 100 colpi ($N_2 + N_3$), raggiunto il quale si sospende la prova annotando l'avanzamento ottenuto. Il parametro caratteristico della prova $N_{S.P.T.}$ è: $N_{S.P.T.} = N_2 + N_3$

Si rimanda agli allegati per la verifica dei dati ottenuti.

C.F. e P.IVA> 01293970990 - **N° Iscr. Reg. Impr. GE>** 01293970990 - **R.E.A. della CCIAA GE>** 398554
AssociazioneImpreseFondazioni consolidamenti – indagini nel sottosuolo
ANCE GENOVA assedil

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

4. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Durante le operazioni di carotaggio, secondo quanto richiesto dalla Direzione Lavori, sono stati prelevati alcuni di terreno sia indisturbati che rimaneggiati rimaneggiati. I campioni, prelevati a quote differenti a seconda delle caratteristiche degli orizzonti individuati, sono stati recapitati presso il laboratorio geotecnico RINA - G.E.T. Geotechnical and Engineering Testing S.r.l. di Genova – Campi per essere sottoposti a prove di riconoscimento.

Si rimanda agli allegati per la verifica dei dati ottenuti.

Certi di aver adempiuto correttamente ed in modo esaustivo all'incarico conferitoci, rimaniamo comunque a disposizione per eventuali chiarimenti e/o approfondimenti di indagine.

Genova, 01_02_2019

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. LUCA MALDOTTI
A.P. n. 411
data iscr. 16-09-99

Dott. Geol. Luca Maldotti
(Direttore Tecnico Indagini Geognostiche)

C.F. e P.IVA> 01293970990 - **N° Iscr. Reg. Impr. GE>** 01293970990 - **R.E.A. della CCIAA GE>** 398554
AssociazioneImpreseFondazioni consolidamenti – indagini nel sottosuolo
ANCE GENOVA assedil

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

ALLEGATI

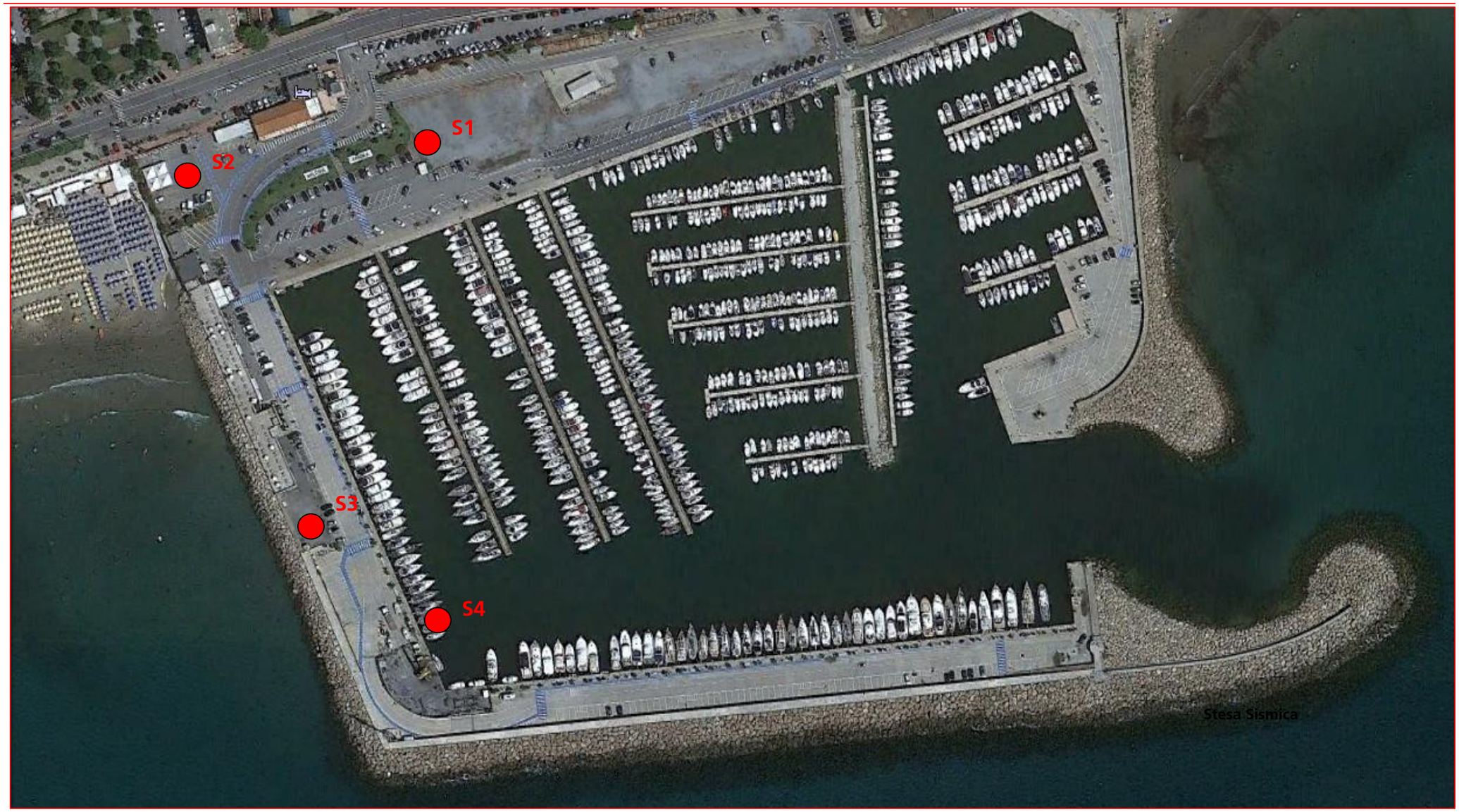
m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

Società attestata da RINA SOA
Member of CISQ Federation RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001 - BS OHSAS 18001



N°	allegato	codice	data	scala	redatto	committente
1	ORTOFOTO CON UBICAZIONE INDAGINI	M3D091_18 LM	01_02_2019	-	Luca Maldotti	UNIONE COMUNI VALMERULA E MONTAROSIO

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

N°	allegato
2	DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO S1

codice	data	scala	redatto	committente
M3D091_18	01_02_2019	-	Luca Maldotti	UNIONE COMUNI VALMERULA

AssociazioneImpreseFondazioni
consolidamenti – indagini nel sottosuolo

ANCE GENOVA
assedil

M3D Costruzioni Speciali S.r.l.
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Sigla sondaggio **S1**

Committente:	**COMUNE DI ANDORA**
Cantiere:	**Porto turistico di Andora**
Località:	**Andora (SV)**
Data:	**Inzio 03/12/18 Fine 04/12/18**
Quota:	**+1.25 m. s.l.m.**

Dati di perforazione
Tipo di perforazione: *carotaggio continuo*
Diametro perforazione: *101 mm*
Rivestimento: *127 mm - da 0.00 m a 7.50 m*
Carotiere semplice: *da 0.00 m a 7.50 m*
Carotiere doppio: *da 7.50 m a 12.00 m*
Corona diamantata: *da 7.50 m a 12.00 m*
Strumentazione*:* -

Casse: 3

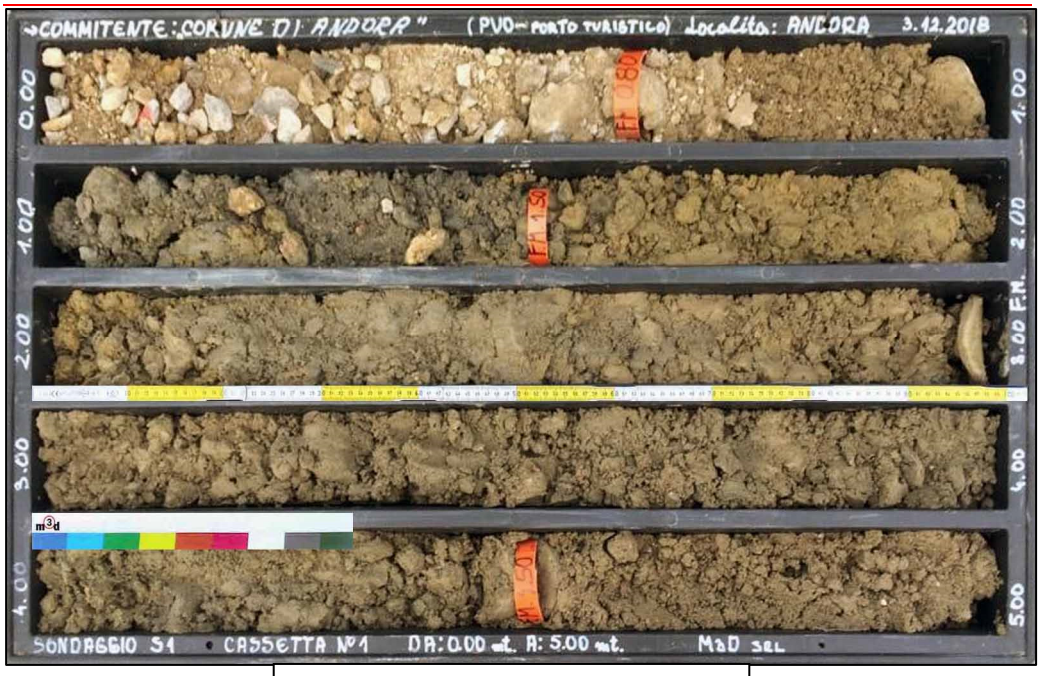
Litologia	Profondità	Descrizione litologica	% Carotaggio	Campioni	Prove geotecniche in foro: Standard Penetration Test prof.	Risutato	N_{spt}	Lefranc	Lugeon	Menard	Inclinometro	Piezometro Casagrande	Utensile: Carotiere semplice	Carotiere doppio	Corona Diamantata	Falda
	0,00		10 30 50 70 90								76 mm					
	0.80	Materiale di riporto costituito da ghiaia con sabbia eterometriche debolmente limosa; clasti poligenici, da angolari a subangolari; colore beige.														
		Ghiaia eterometrica da sabbiosa a con sabbia eterometrica debolmente limosa; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati; da poco addensata a moderatamente addensata (valori di N_{SPT} pari a 7, 11 e 13 rispettivamente a 1.50 m, 3.00 m e 4.50 m di profondità); colore beige-grigio.			1.50	1 - 2 - 5	7									
					3.00	1 - 4 - 7	11									
					4.50	3 - 4 - 9	13									
	5.00	Sabbia eterometrica debolmente ghiaiosa; moderatamente addensata (valore di N_{SPT} pari a 11 a 6.00 m di profondità); colore grigio.			6.00	4 - 3 - 8	11									
	7.50	Substrato roccioso costituito da calcari di colore grigio, fratturato, localmente molto fratturato, con discontinuità ravvicinate, localmente molto ravvicinate. Superfici di discontinuità con locali patine di alterazione e inclinazioni comprese tra 10°-30°. Presenza di vene di calcite da millimetriche a centimetriche.											7.50			
	12.00													12.00	12.00	
	20,00															

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S1** - Cassetta: **n°1**
Prof. da **0.00 m. a 5.00 m.** ⟶

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S1** - Cassetta: **n°2**
Prof. da **5.00 m. a 10.00 m.** ⟶

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S1** - Cassetta: **n°3**
Prof. da **10.00 m. a 12.00 m.** ⟶

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

N°	3	DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO S2
	allegato	

codice	data	scala	redatto	committente
M3D091_18	01_02_2019	-	Luca Maldotti	UNIONE COMUNI VALMERULA

M3D Costruzioni Speciali S.r.l.
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Sigla sondaggio **S2**

Committente:	**COMUNE DI ANDORA**
Cantiere:	**Porto turistico di Andora**
Località:	**Andora (SV)**
Data:	**Inzio 07/12/18 Fine 07/12/18**
Quota:	**+3.25 m. s.l.m.**

Dati di perforazione
Tipo di perforazione: *carotaggio continuo*
Diametro perforazione: *101 mm*
Rivestimento: *127 mm - da 0.00 m a 16.00 m*
Carotiere semplice: *da 0.00 m a 20.00 m*
Carotiere doppio: -
Corona diamantata: -
Strumentazione*:* -

Casse: 4

Litologia	Profondità	Descrizione litologica	% Carotaggio (10 30 50 70 90)	Campioni	Prove geotecniche in foro: Standard Penetration Test prof.	Risutato	N_{spt}	Lefranc	Lugeon	Menard	Inclinometro	Piezometro Casagrande	Utensile: Carotiere semplice	Carotiere doppio	Corona Diamantata	Falda
	0,00				prof.	Risutato	N_{spt}				76 mm					
		Materiale di riporto costituito da ghiaia eterometrica sabbiosa debolmente limosa; clasti poligenici, da angolari a subangolari; colore														
	1.00	Ghiaia con sabbia eterometriche debolmente limosa e debolmente ciottolosa; clasti poligenici, da angolari a subangolari; colore grigio.														
	2.80	Ghiaia prevalentemente grossolana con ciottoli e blocchi calcarei; colore grigio.														
	4.60	Sabbia grossolana con ghiaia eterometrica debolmente limosa; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati; moderatamente addensata (valori di N_{SPT} pari a 25 e 18 rispettivamente a 6.00 m e 8.50 m di profondità); colore beige.			6.00	8 - 12 - 13	25									
					8.50	11 - 8 - 10	18									
	9.10	Ghiaia con sabbia eterometriche limosa; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati; moderatamente addensata (valori di N_{SPT} pari a 22 e 27 rispettivamente a 11.00 m e 13.50 m di profondità); colore beige-grigio.			11.00	9 - 11 - 11	22									
					13.50	12 - 12 - 15	27									
	15.00	Limo argilloso; colore grigio.			15.00	6 - R 3 cm	R									
	20,00															

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S2** - Cassetta: **n°1**
Prof. da **0.00 m. a 5.00 m.** →

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S2** - Cassetta: **n°2**
Prof. da **5.00 m. a 10.00 m.** →

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S2** - Cassetta: **n°3**
Prof. da **10.00 m.** a **15.00 m.** ⟶

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S2** - Cassetta: **n°4**
Prof. da **15.00 m.** a **20.00 m.** ⟶

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

N°	allegato
4	DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO S3

codice	data	scala	redatto	committente
M3D091_18	01_02_2019	-	Luca Maldotti	UNIONE COMUNI VALMERULA

M3D Costruzioni Speciali S.r.l.
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Sigla sondaggio **S3**

Committente:	**COMUNE DI ANDORA**
Cantiere:	**Porto turistico di Andora**
Località:	**Andora (SV)**
Data:	**Inzio 04/12/18 Fine 06/12/18**
Quota:	**+1.50 m .s.l.m.**

Dati di perforazione
Tipo di perforazione: *carotaggio continuo*
Diametro perforazione: *101 mm*
Rivestimento: *127 mm - da 0.00 m a 19.50 m*
Carotiere semplice: *da 0.00 m a 19.50 m*
Carotiere doppio: *da 19.50 m a 22.40 m*
Corona diamantata: *da 19.50 m a 22.40 m*
Strumentazione*:* -

Casse: 5

Litologia	Profondità	Descrizione litologica
	0,00	Materiale di riporto costituito da ghiaia con sabbia eterometriche debolmente limosa, localmente ciottolosa; clasti poligenici, da angolari a subangolari; colore beige-grigio.
	0.80	Ghiaia prevalentemente medio-grossolana sabbioso-ciottolosa con presenza di blocchi lapidei; clasti poligenici angolari-subangolari; colore dal beige al grigio.
	5.00	Ghiaia eterometrica da sabbiosa a con sabbia eterometrica da debolmente limosa a localmente limosa; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati; moderatamente addensata (valori di N_{SPT} pari a 12, 15, 18 e 27 rispettivamente a 6.00 m, 9.00 m, 10.50 m e 13.50 m di profondità); colore beige-grigio.
	15.00	Sabbia eterometrica debolmente ghiaiosa; moderatamente addensata (valore di N_{SPT} pari a 23 a 15.00 m di profondità); colore grigio.
	15.70	Ghiaia prevalentemente medio-grossolana da sabbiosa a con sabbia eterometrica debolmente limosa e ciottolosa oltre i 18.00 m di profondità e con presenza di blocchi oltre i 19.50 m di profondità; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati; colore beige-grigio.
	20,00	

% Carotaggio: 10 30 50 70 90

Campioni: C.R. 1 7.50-8.00m; C.R. 2 12.00-12.50m

Prove geotecniche in foro — Standard Penetration Test

prof.	Risutato	N_{spt}
6.00	3 - 4 - 8	12
9.00	2 - 6 - 9	15
10.50	3 - 7 - 11	18
13.50	5 - 13 - 14	27
15.00	2 - 9 - 14	23
17.20	12 - R 3 cm	R

Lefranc | Lugeon | Menard

Inclinometro: 76 mm

Piezometro Casagrande

Utensile: Carotiere semplice | Carotiere doppio | Corona Diamantata

19.50

Falda

M3D Costruzioni Speciali S.r.l.
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Sigla sondaggio **S3**

Committente:	**COMUNE DI ANDORA**
Cantiere:	**Porto turistico di Andora**
Località:	**Andora (SV)**
Data:	**Inzio 04/12/18 Fine 06/12/18**
Quota:	**+1.50 m. s.l.m.**

Dati di perforazione
Tipo di perforazione: *carotaggio continuo*
Diametro perforazione: *101 mm*
Rivestimento: *127 mm - da 0.00 m a 19.50 m*
Carotiere semplice: *da 0.00 m a 19.50 m*
Carotiere doppio: *da 19.50 m a 22.40 m*
Corona diamantata: *da 19.50 m a 22.40 m*
Strumentazione*: -*

Casse: 5

Litologia	Profondità	Descrizione litologica	% Carotaggio (10 30 50 70 90)	Campioni	Prove geotecniche in foro: Standard Penetration Test prof.	Risutato	N_{spt}	Lefranc	Lugeon	Menard	Inclinometro	Piezometro Casagrande	Utensile: Carotiere semplice	Carotiere doppio	Corona Diamantata	Falda
	20,00															
		Ghiaia eterometrica sabbiosa debolmente limosa presenza di blocchi; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati; colore grigio.														
	21.10	Blocco di calcare di colore grigio.														
	21.50	Blocco di ruditi a grana molto grossolana inglobante clasti prevalentemente calcarei.														
	22.40													22.40	22.40	

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S3** - Cassetta: **n°1**
Prof. da **0.00 m. a 5.00 m.** ⟶

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S3** - Cassetta: **n°2**
Prof. da **5.00 m. a 10.00 m.** ⟶

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S3** - Cassetta: **n°3**
Prof. da **10.00 m. a 15.00 m.** ⟶

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S3** - Cassetta: **n°4**
Prof. da **15.00 m. a 20.00 m.** ⟶

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S3** - Cassetta: **n°5**
Prof. da **20.00 m. a 22.40 m.** ⟶

m3d costruzioni speciali s.r.l.

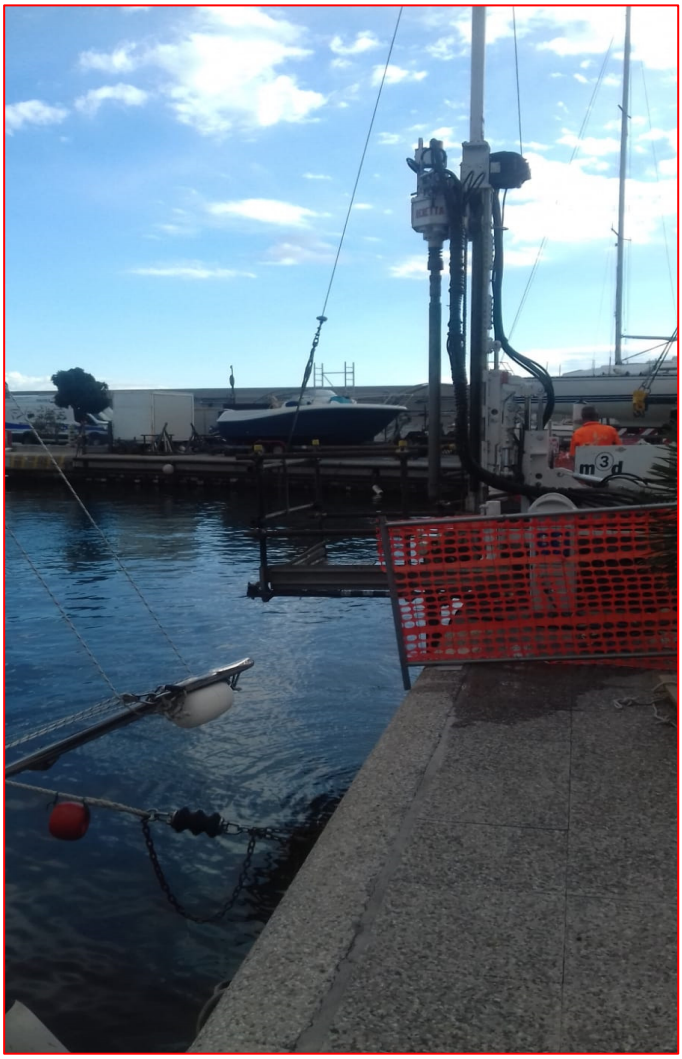
Società attestata da RINA SOA

Member of CISQ Federation RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001 - BS OHSAS 18001

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



N°	allegato
5	DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO S4

codice	data	scala	redatto	committente
M3D091_18	01_02_2019	-	Luca Maldotti	UNIONE COMUNI VALMERULA

M3D Costruzioni Speciali S.r.l.
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Sigla sondaggio **S4**

Committente:	**COMUNE DI ANDORA**
Cantiere:	**Porto turistico di Andora**
Località:	**Andora (SV)**
Data:	**Inzio 11/12/18 Fine 12/12/18**
Quota:	**0.0 m. s.l.m.**

Dati di perforazione
Tipo di perforazione: *carotaggio continuo*
Diametro perforazione: *101 mm* Casse: 6
Rivestimento: *127 mm da 0.00 m a 28.50 m + 1.50 m h pontone*
Carotiere semplice: *da 4.50 m a 29.00 m*
Carotiere doppio: -
Corona diamantata: -
Strumentazione*:* -

Litologia	Profondità	Descrizione litologica	% Carotaggio (10 30 50 70 90)	Campioni	Prove geotecniche in foro: Standard Penetration Test prof.	Risutato	N_{spt}	Lefranc	Lugeon	Menard	Inclinometro	Piezometro Casagrande	Utensile: Carotiere semplice	Carotiere doppio	Corona Diamantata	Falda
	0,00										76 mm					
		FONDALE MARINO														
	4.50	Ghiaia eterometrica sabbioso-limosa; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati; colore grigio-beige.														
	5.00	Sabbia prevalentemente fine limosa debolmente ghiaiosa e debolmente ciottolosa; colore grigio.														
	8.20	Ghiaia eterometrica sabbioso-limosa; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati; colore grigio.		C.R. 1 9.00-9.50 m												
	10.00	Sabbia prevalentemente fine limosa debolmente ghiaiosa; colore grigio.														
	18.00	Ghiaia eterometrica sabbioso-limosa, localmente con limo, debolmente ciottolosa; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati, localmente arrotondati; colore grigio-beige.														
	20,00															

M3D Costruzioni Speciali S.r.l.
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Sigla sondaggio **S4**

Committente:	**COMUNE DI ANDORA**
Cantiere:	**Porto turistico di Andora**
Località:	**Andora (SV)**
Data:	**Inzio 11/12/18 Fine 12/12/18**
Quota:	**0.0 m. s.l.m.**

Dati di perforazione
Tipo di perforazione: *carotaggio continuo*
Diametro perforazione: *101 mm* Casse: 6
Rivestimento: *127 mm da 0.00 m a 28.50 m + 1.50 m h pontone*
Carotiere semplice: *da 4.50 m a 29.00 m*
Carotiere doppio: -
Corona diamantata: -
Strumentazione*:* -

Litologia	Profondità	Descrizione litologica	% Carotaggio	Campioni	Prove geotecniche in foro: Standard Penetration Test prof.	Risutato	N_{spt}	Lefranc	Lugeon	Menard	Inclinometro	Piezometro Casagrande	Utensile: Carotiere semplice	Carotiere doppio	Corona Diamantata	Falda
	20,00		10 30 50 70 90													
		Ghiaia eterometrica sabbioso-limosa, localmente con limo, debolmente ciottolosa; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati, localmente arrotondati; colore grigio-beige.														
	29.00												29.00			

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S4** - Cassetta: **n°1**
Prof. da **0.00 m. a 5.00 m.** →

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S4** - Cassetta: **n°2**
Prof. da **5.00 m. a 10.00 m.** →

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S4** - Cassetta: **n°3**
Prof. da **10.00 m.** a **15.00 m.** →

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S4** - Cassetta: **n°4**
Prof. da **15.00 m.** a **20.00 m.** →

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S4** - Cassetta: **n°5**
Prof. da **20.00 m.** a **25.00 m.** ⟶

Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S4** - Cassetta: **n°6**
Prof. da **25.00 m.** a **29.00 m.** ⟶

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Società attestata da RINA SOA

Member of CISQ Federation RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001 - BS OHSAS 18001

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

N°	
6	CERTIFICATO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
N°	**allegato**

codice	data	scala	redatto	committente
M3D091_18	01_02_2019	-	Luca Maldotti	UNIONE COMUNI VALMERULA

RINA Consulting - GET Srl

RAPPORTO DI PROVA n. 19003-01

Verbale di accettazione N. 19003 del 07/12/2018

Data di emissione: 01/02/2019

Cliente: M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Cantiere: COMUNE DI ANDORA

Genova, 01/02/2019

Paolo Brasey
(Direttore del laboratorio)

RINA Consulting - GET S.r.l.
Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA Consulting S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.rinaconsulting.org - rinaconsulting@rina.org
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381 - Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.

Sede legale: Via S. Nazaro, 19 - 16145 Genova (GE)

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	COMUNE DI ANDORA		
Identificazione Campione :	S3 Ci1		
Profondità (m) :	7.00-7.50	Data Ricevimento :	07/12/2019
Tipo Campione :	Indisturbato	Data Esecuzione Prova :	12/01/2019
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa		

Peso lordo umido	(g)	1391.40
Peso lordo secco	(g)	1165.54
Peso tara	(g)	25.79
Peso netto secco	(g)	1139.75
Peso acqua	(g)	225.86
Contenuto in acqua	**(%)**	**19.8**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

Note :

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	COMUNE DI ANDORA		
Identificazione Campione :	S3 Ci1		
Profondità (m) :	7.00-7.50	Data Ricevimento :	07/12/2019
Tipo Campione :	Indisturbato	Data Esecuzione Prova :	15/01/2019
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa	Class. U.S.C.S. :	SM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	5.41
Sabbia (%)	82.38
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	12.21
D. max (mm)	21.0

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	1.140
D_{60} (mm)	0.227
D_{50} (mm)	0.206
D_{30} (mm)	0.155
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare

Durezza : dura e resistente

Note:

SETACCIATURA

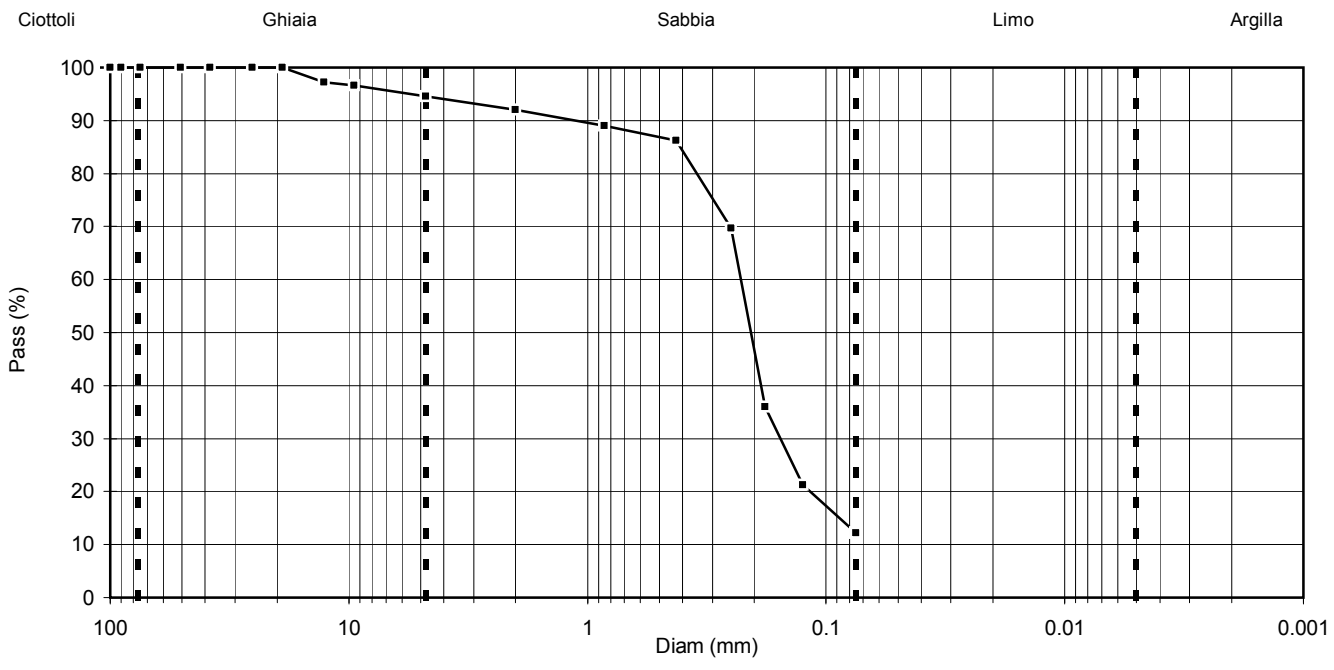
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	97.28

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	96.57
4.75	94.59
2.00	91.99
0.85	88.96
0.425	86.28
0.250	69.65
0.180	36.04
0.125	21.27
0.075	12.21

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S3 Ci1
Profondità (m) : 7.00-7.50
Tipo Campione : Indisturbato
Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 17/01/2019
Class. U.S.C.S. : SM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	N.P.	N.P.	N.P.
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

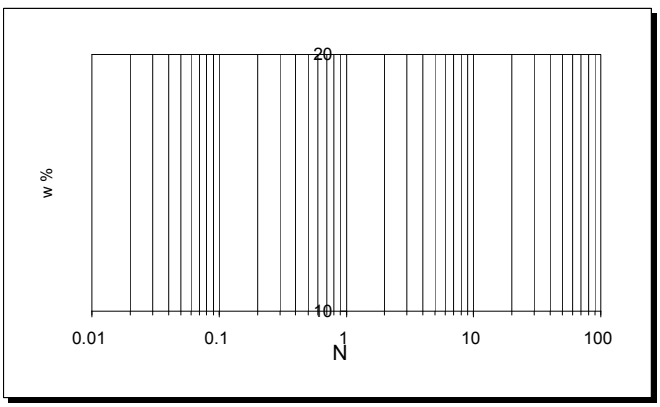
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

w % medio N.D.

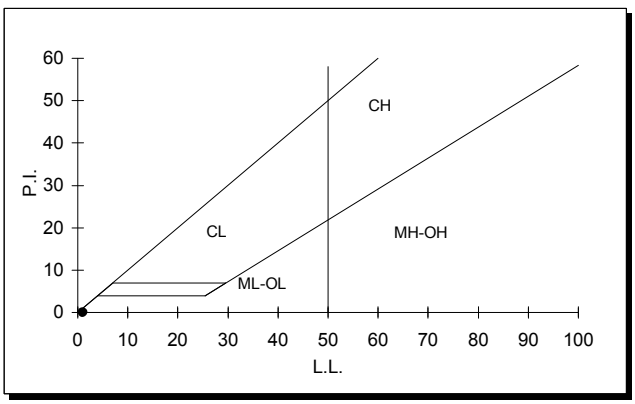
LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda
N.D. = Non Determinabile
N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - ASTM D7263-09

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	COMUNE DI ANDORA		
Identificazione Campione :	S3 Ci1		
Profondità (m) :	7.00-7.50	Data Ricevimento :	07/12/2019
Tipo Campione :	Indisturbato	Data Esecuzione Prova :	12/01/2019
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa		

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	2.98
Altezza	(cm)	3.95
Peso lordo	(g)	95.30
Peso tara	(g)	43.92
Peso netto	(g)	51.38
Volume	(cm^3)	27.55
Peso di volume	**(kN/m^3)**	**18.30**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

Note :

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	COMUNE DI ANDORA		
Identificazione Campione :	S3 Ci2		
Profondità (m) :	12.00-12.80	Data Ricevimento :	07/12/2019
Tipo Campione :	Indisturbato	Data Esecuzione Prova :	12/01/2019
Descrizione del Materiale :	Sabbia poco gradata		

Peso lordo umido	(g)	690.87
Peso lordo secco	(g)	604.05
Peso tara	(g)	209.31
Peso netto secco	(g)	394.74
Peso acqua	(g)	86.82
Contenuto in acqua	**(%)**	**22.0**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

Note :

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	COMUNE DI ANDORA		
Identificazione Campione :	S3 Ci2		
Profondità (m) :	12.00-12.80	Data Ricevimento :	07/12/2019
Tipo Campione :	Indisturbato	Data Esecuzione Prova :	15/01/2019
Descrizione del Materiale :	Sabbia poco gradata	Class. U.S.C.S. :	SP

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	0.00
Sabbia (%)	95.96
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	4.04
D. max (mm)	N.D.

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	0.397
D_{60} (mm)	0.251
D_{50} (mm)	0.227
D_{30} (mm)	0.187
D_{10} (mm)	0.120
C_c	1.16
C_u	2.08

GHIAIA E SABBIA

Forma : N.D.

Durezza : N.D.

Note:

SETACCIATURA

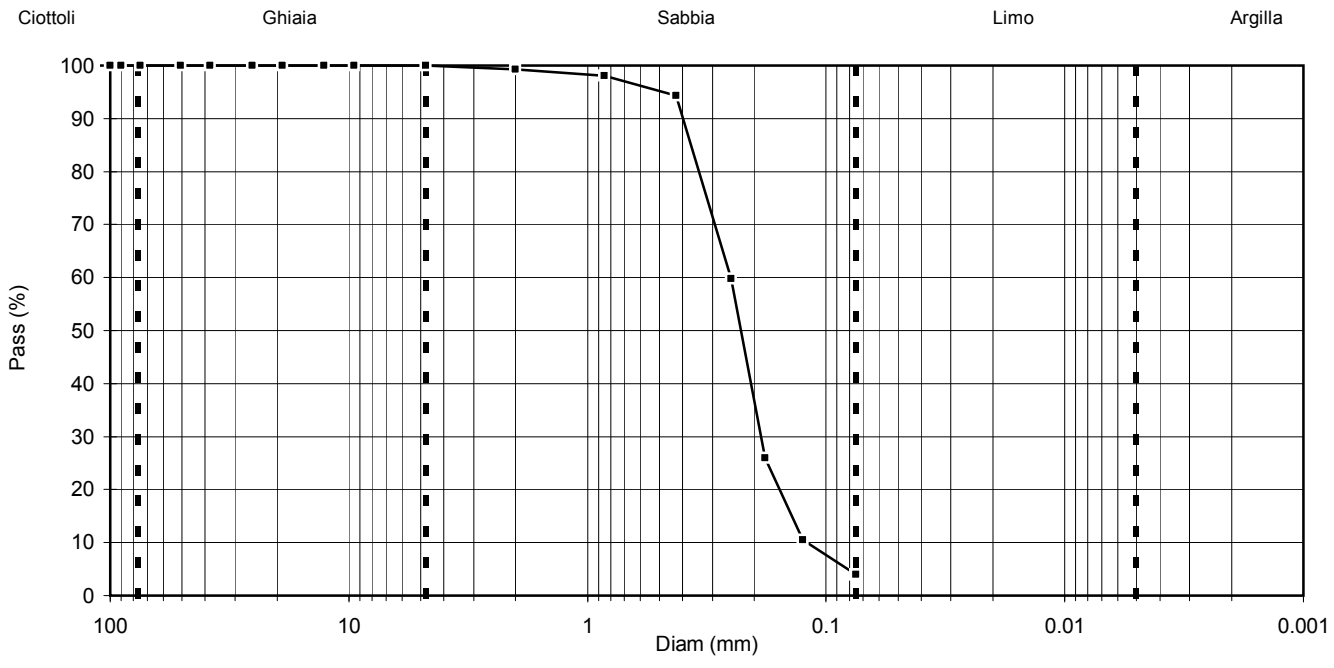
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	100.00
2.00	99.25
0.85	98.05
0.425	94.37
0.250	59.83
0.180	25.91
0.125	10.47
0.075	4.04

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore :	Dott. Geol. Cristiano Pastore

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - ASTM D7263-09

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	COMUNE DI ANDORA		
Identificazione Campione :	S3 Ci2		
Profondità (m) :	12.00-12.80	Data Ricevimento :	07/12/2019
Tipo Campione :	Indisturbato	Data Esecuzione Prova :	02/01/1900
Descrizione del Materiale :	Sabbia poco gradata		

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	2.98
Altezza	(cm)	3.95
Peso lordo	(g)	96.27
Peso tara	(g)	43.92
Peso netto	(g)	52.35
Volume	(cm^3)	27.55
Peso di volume	**(kN/m^3)**	**18.64**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

Note :

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località :	COMUNE DI ANDORA
Identificazione Campione :	S4 Ci1
Profondità (m) :	9.00-9.60
Tipo Campione :	Indisturbato
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019

Data Esecuzione Prova : 14/01/2019

Peso lordo umido	(g)	695.95
Peso lordo secco	(g)	619.20
Peso tara	(g)	208.67
Peso netto secco	(g)	410.53
Peso acqua	(g)	76.75
Contenuto in acqua	**(%)**	**18.7**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

Note :

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	COMUNE DI ANDORA		
Identificazione Campione :	S4 Ci1		
Profondità (m) :	9.00-9.60	Data Ricevimento :	07/12/2019
Tipo Campione :	Indisturbato	Data Esecuzione Prova :	16/01/2019
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa	Class. U.S.C.S. :	SM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	0.00
Sabbia (%)	71.83
Limo (%)	22.90
Argilla (%)	5.27
Fini (%)	28.17
D. max (mm)	N.D.

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	0.229
D_{60} (mm)	0.152
D_{50} (mm)	0.132
D_{30} (mm)	0.079
D_{10} (mm)	0.011
C_c	3.59
C_u	13.35

GHIAIA E SABBIA

Forma : N.D.

Durezza : N.D.

Note:

SETACCIATURA

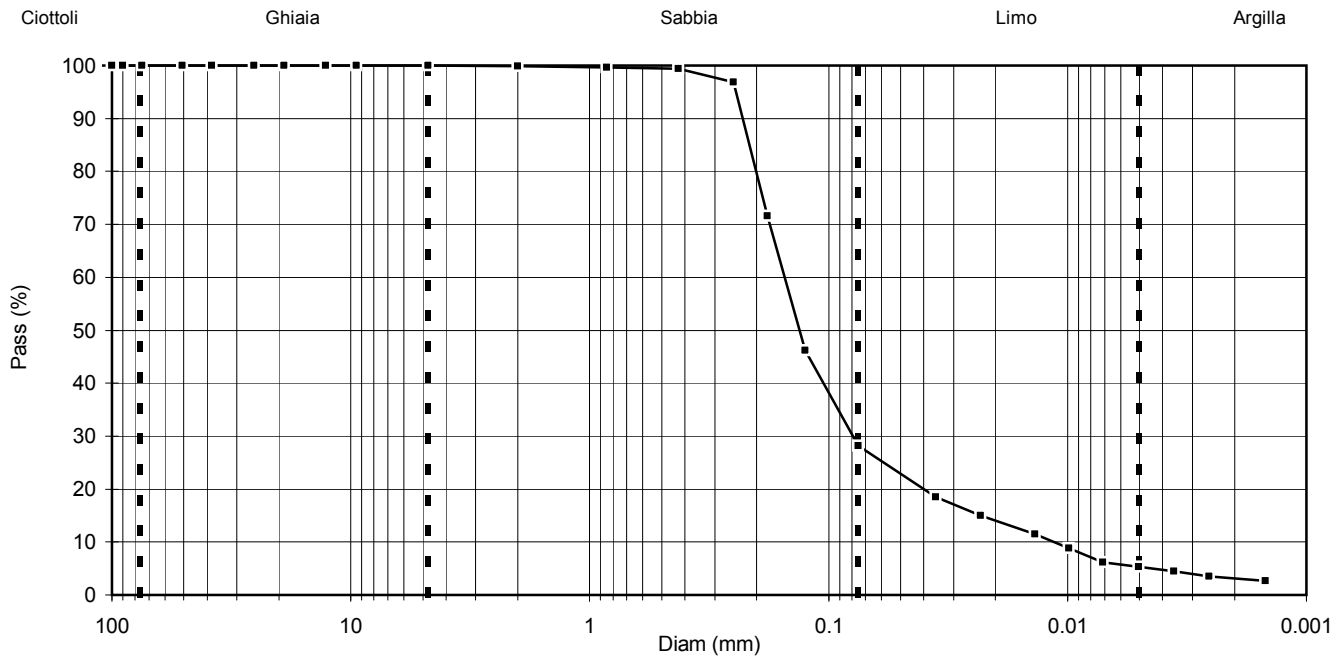
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	100.00
2.00	99.85
0.85	99.64
0.425	99.37
0.250	96.85
0.180	71.61
0.125	46.23
0.075	28.17

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0357	18.54
0.0232	15.01
0.0137	11.48
0.0099	8.83
0.0071	6.18
0.0050	5.30
0.0036	4.42
0.0026	3.53
0.0015	2.65



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore :	Dott. Simone Dellepiane

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S4 Ci1
Profondità (m) : 9.00-9.60
Tipo Campione : Indisturbato
Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 16/01/2019
Class. U.S.C.S. : SM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	N.P.	N.P.	N.P.
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

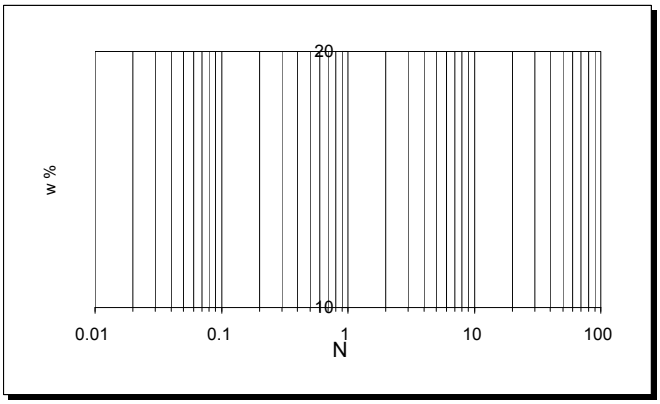
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

w % medio N.D.

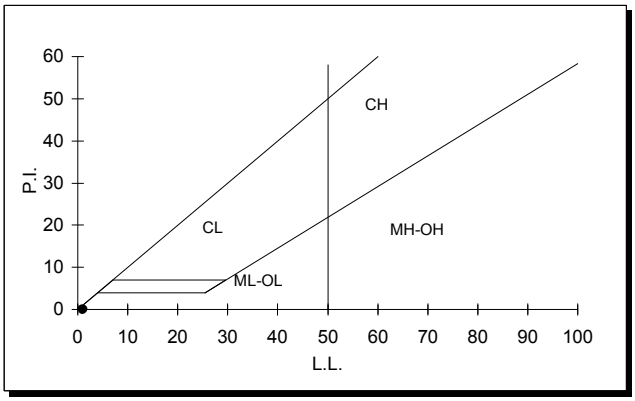
LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda
N.D. = Non Determinabile
N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Andrea Botti

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - ASTM D7263-09

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	COMUNE DI ANDORA		
Identificazione Campione :	S4 Ci1		
Profondità (m) :	9.00-9.60	Data Ricevimento :	07/12/2019
Tipo Campione :	Indisturbato	Data Esecuzione Prova :	14/01/2019
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa		

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	2.98
Altezza	(cm)	3.95
Peso lordo	(g)	99.29
Peso tara	(g)	43.92
Peso netto	(g)	55.37
Volume	(cm^3)	27.55
Peso di volume	**(kN/m^3)**	**19.72**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

Note :

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S1 C1
Profondità (m) : 4.00-4.50
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia ben gradata con limo

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 10/01/2019
Class. U.S.C.S. : SW-SM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	0.08
Sabbia (%)	89.10
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	10.82
D. max (mm)	5.0

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	0.312
D_{60} (mm)	0.203
D_{50} (mm)	0.187
D_{30} (mm)	0.144
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angular
Durezza : hard and durable
Note:
-
-

SETACCIATURA

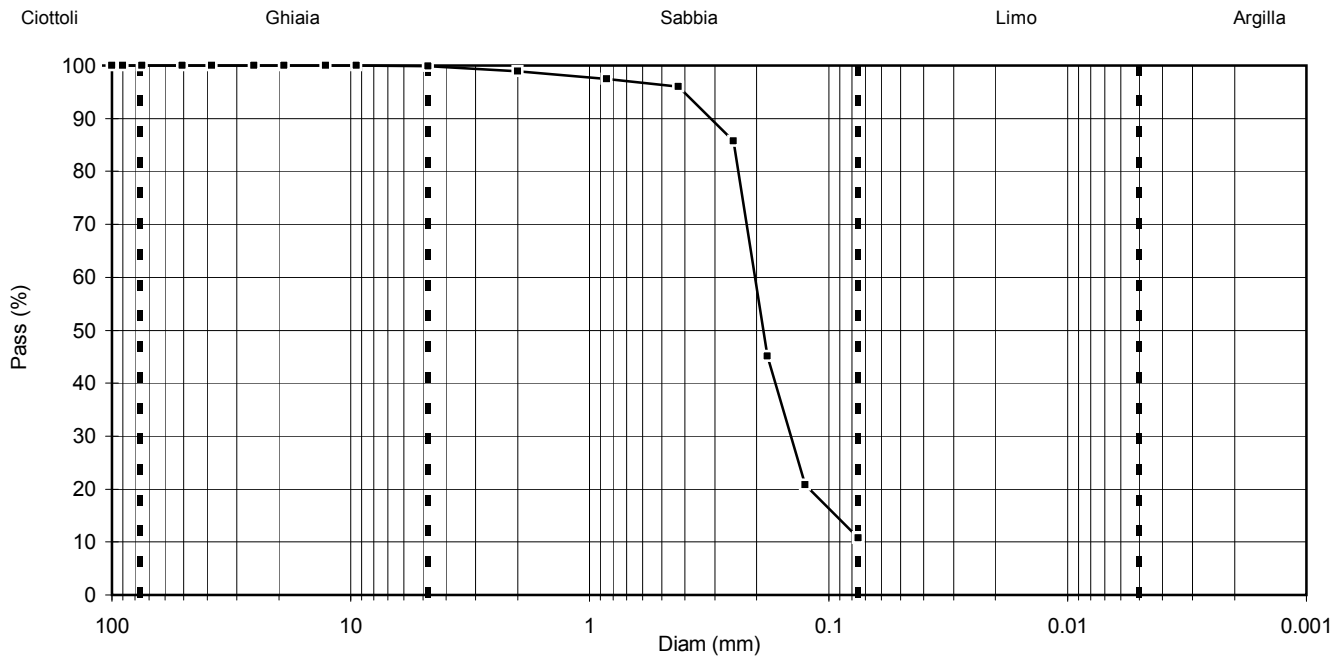
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	99.92
2.00	98.87
0.85	97.45
0.425	96.04
0.250	85.71
0.180	45.05
0.125	20.83
0.075	10.82

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S1 C1
Profondità (m) : 4.00-4.50
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia ben gradata con limo

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 00/01/1900
Class. U.S.C.S. : SW-SM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	0	0	0
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

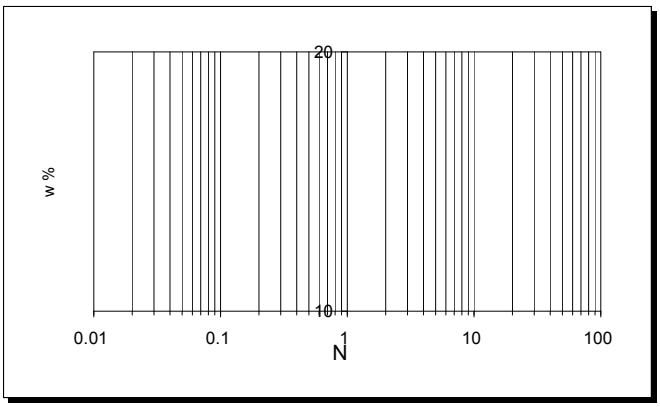
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

w % medio N.D.

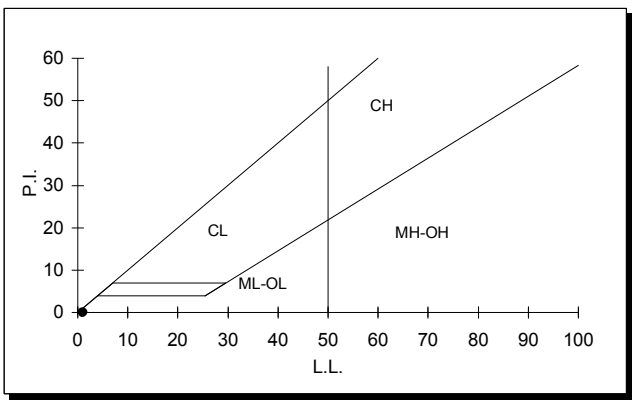
LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda
N.D. = Non Determinabile
N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Andrea Botti

Test A13-04 Pag 1 / 1

RINA Consulting - GET Srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	COMUNE DI ANDORA		
Identificazione Campione :	S1 C2		
Profondità (m) :	7.00-7.50	Data Ricevimento :	07/12/2019
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	10/01/2019
Descrizione del Materiale :	Sabbia ben gradata con limo	Class. U.S.C.S. :	SW-SM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	8.62
Sabbia (%)	81.62
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	9.76
D. max (mm)	25.0

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	3.736
D_{60} (mm)	0.603
D_{50} (mm)	0.381
D_{30} (mm)	0.202
D_{10} (mm)	0.077
C_c	0.87
C_u	7.79

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare

Durezza : dura e resistente

Note:

-

-

SETACCIATURA

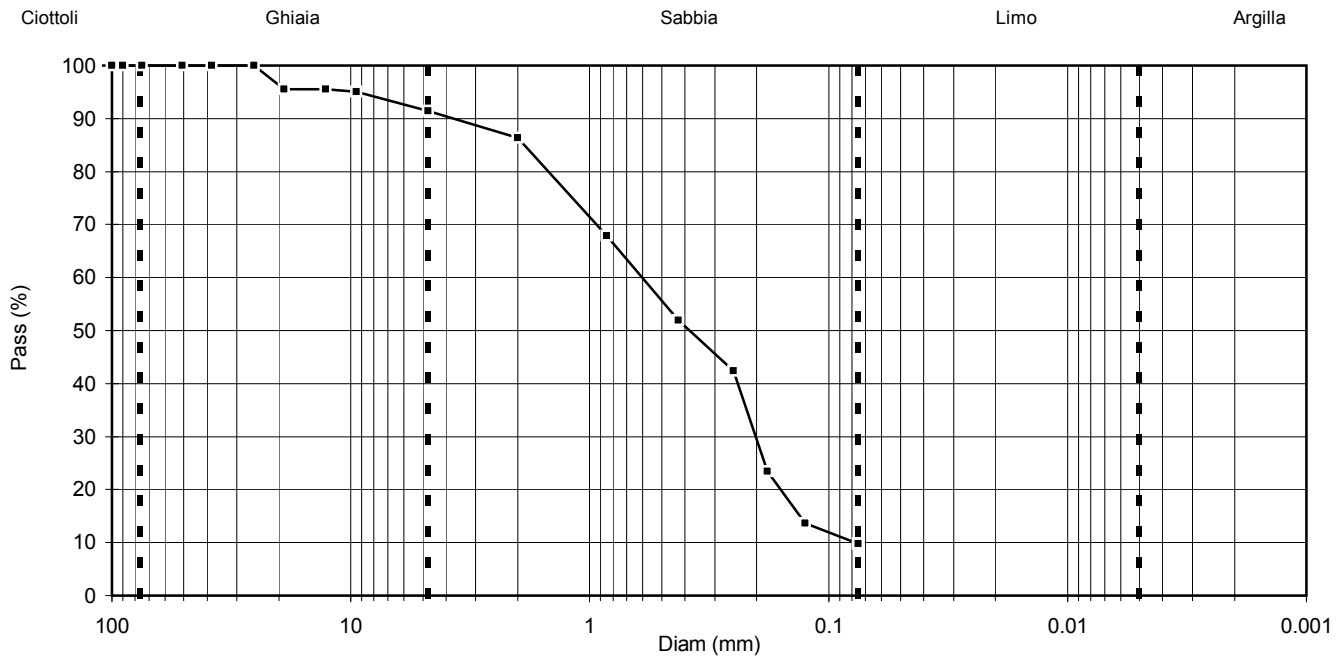
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	95.49
12.70	95.49

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	95.08
4.75	91.38
2.00	86.41
0.85	67.90
0.425	51.97
0.250	42.37
0.180	23.38
0.125	13.67
0.075	9.76

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore :	Dott. Geol. Cristiano Pastore

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S1 C2
Profondità (m) : 7.00-7.50
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia ben gradata con limo

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 00/01/1900
Class. U.S.C.S. : SW-SM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	0	0	0
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

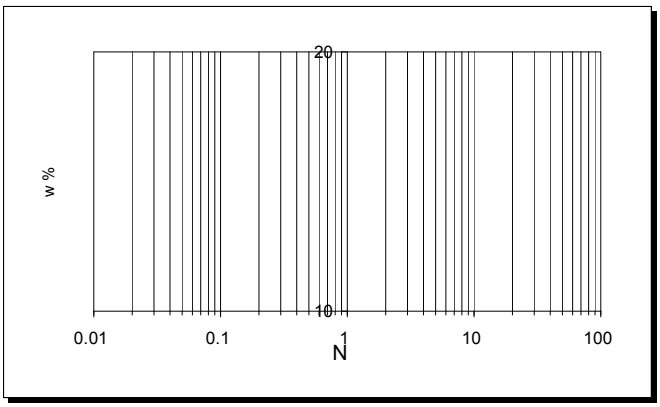
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

w % medio N.D.

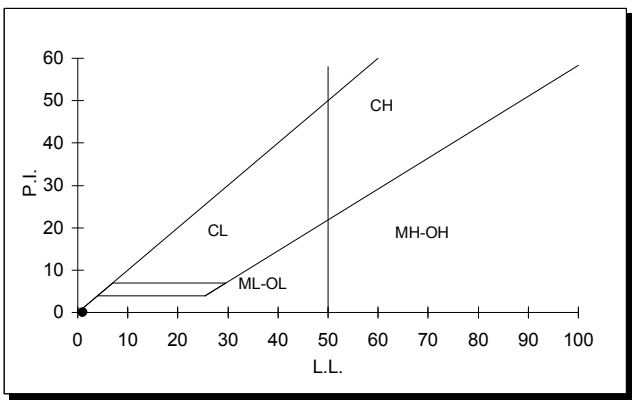
LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda
N.D. = Non Determinabile
N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Andrea Botti

Test A13-05 Pag 1 / 1

RINA Consulting - GET Srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	COMUNE DI ANDORA		
Identificazione Campione :	S2 C1		
Profondità (m) :	7.00-7.50	Data Ricevimento :	07/12/2019
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	10/01/2019
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa	Class. U.S.C.S. :	SM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	1.16
Sabbia (%)	83.69
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	15.15
D. max (mm)	8.0

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	1.282
D_{60} (mm)	0.224
D_{50} (mm)	0.201
D_{30} (mm)	0.148
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare

Durezza : alterata e friabile

Note:

-

-

SETACCIATURA

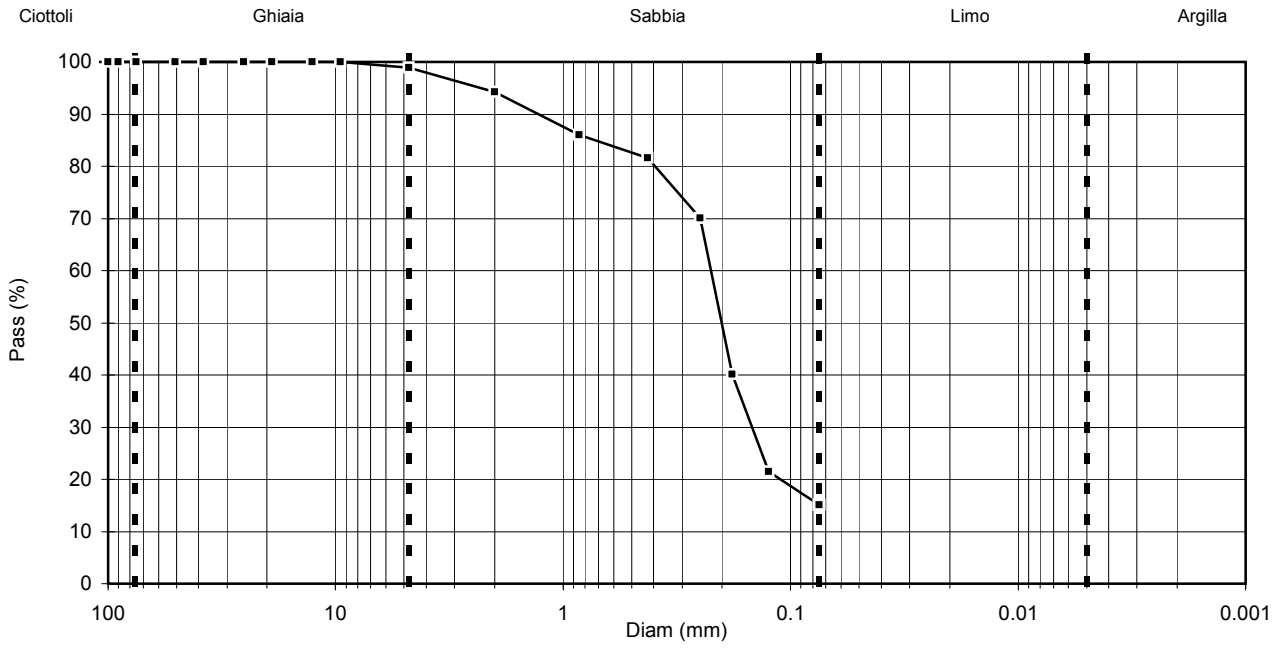
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	98.84
2.00	94.26
0.85	86.06
0.425	81.62
0.250	70.09
0.180	40.14
0.125	21.45
0.075	15.15

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

Test A07-06 Pag 1 / 1

RINA Consulting - GET Srl

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S2 C1
Profondità (m) : 7.00-7.50
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 15/01/2019
Class. U.S.C.S. : SM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	N.P.	N.P.	N.P.
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

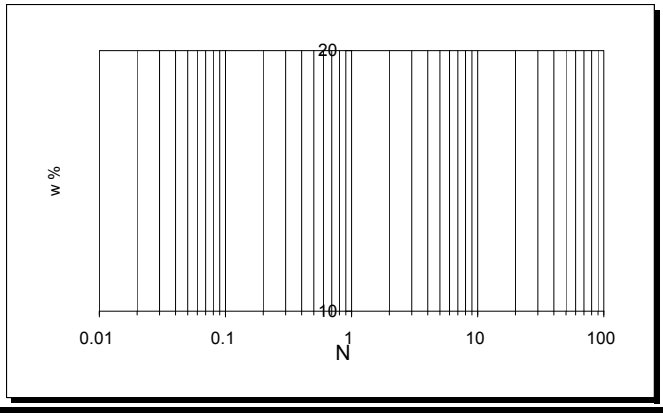
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

w % medio N.D.

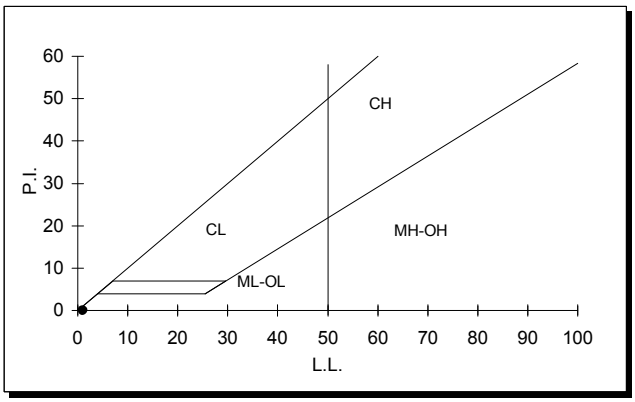
LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda
N.D. = Non Determinabile
N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Andrea Botti

Test A13-06 Pag 1 / 1

RINA Consulting - GET Srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	COMUNE DI ANDORA		
Identificazione Campione :	S2 C2		
Profondità (m) :	9.50-10.00	Data Ricevimento :	07/12/2019
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	10/01/2019
Descrizione del Materiale :	Sabbia argillosa	Class. U.S.C.S. :	SC

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	1.92
Sabbia (%)	57.20
Limo (%)	32.66
Argilla (%)	8.22
Fini (%)	40.88
D. max (mm)	8.0

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	0.575
D_{60} (mm)	0.190
D_{50} (mm)	0.145
D_{30} (mm)	0.045
D_{10} (mm)	0.008
C_c	1.30
C_u	22.73

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare

Durezza : dura e resistente

Note:

-

-

SETACCIATURA

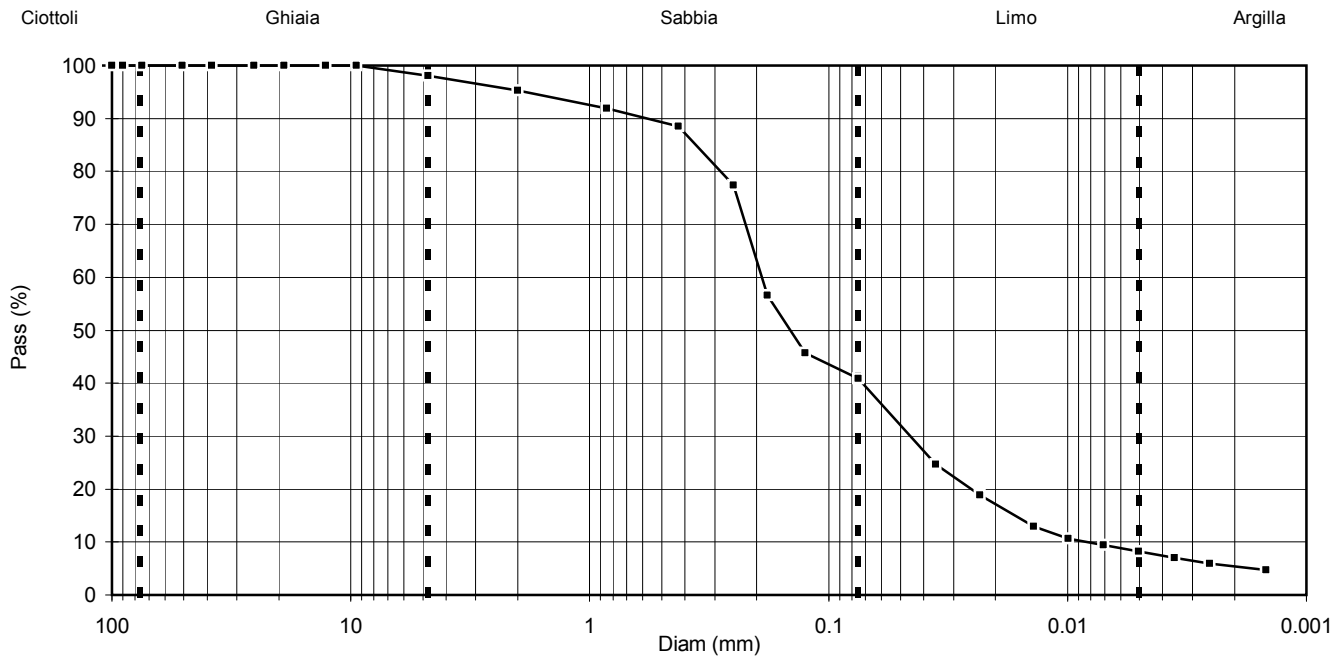
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	98.08
2.00	95.26
0.85	91.91
0.425	88.52
0.250	77.35
0.180	56.53
0.125	45.69
0.075	40.88

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0356	24.72
0.0233	18.84
0.0139	12.95
0.0099	10.59
0.0071	9.42
0.0050	8.24
0.0036	7.06
0.0025	5.89
0.0015	4.71



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore :	Dott. Geol. Cristiano Pastore

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S2 C2
Profondità (m) : 9.50-10.00
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia argillosa

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 16/01/2019
Class. U.S.C.S. : SC

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	N.P.	N.P.	N.P.
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

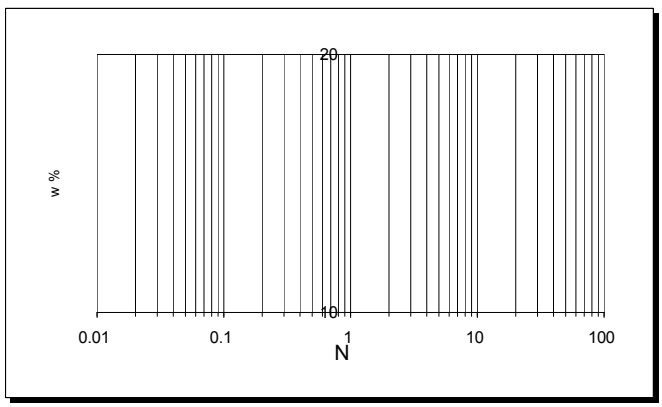
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

w % medio N.D.

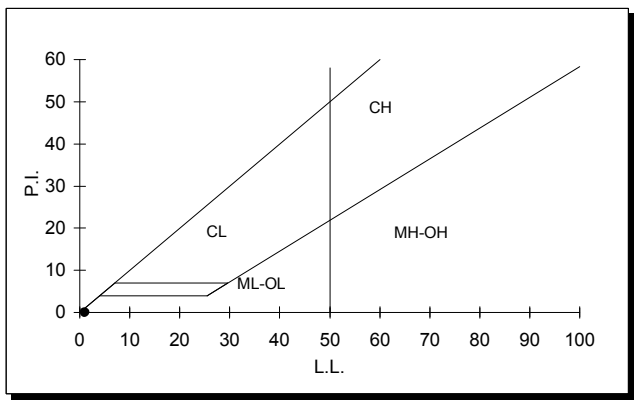
LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda
N.D. = Non Determinabile
N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Andrea Botti

Test A13-07 Pag 1 / 1

RINA Consulting - GET Srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	COMUNE DI ANDORA		
Identificazione Campione :	S3 C1		
Profondità (m) :	6.00 -6.50	Data Ricevimento :	07/12/2019
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	10/01/2019
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa	Class. U.S.C.S. :	SM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	2.16
Sabbia (%)	62.05
Limo (%)	28.89
Argilla (%)	6.90
Fini (%)	35.79
D. max (mm)	11.6

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	0.478
D_{60} (mm)	0.161
D_{50} (mm)	0.133
D_{30} (mm)	0.060
D_{10} (mm)	0.014
C_c	1.58
C_u	11.35

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare

Durezza : dura e resistente

Note:

-

-

SETACCIATURA

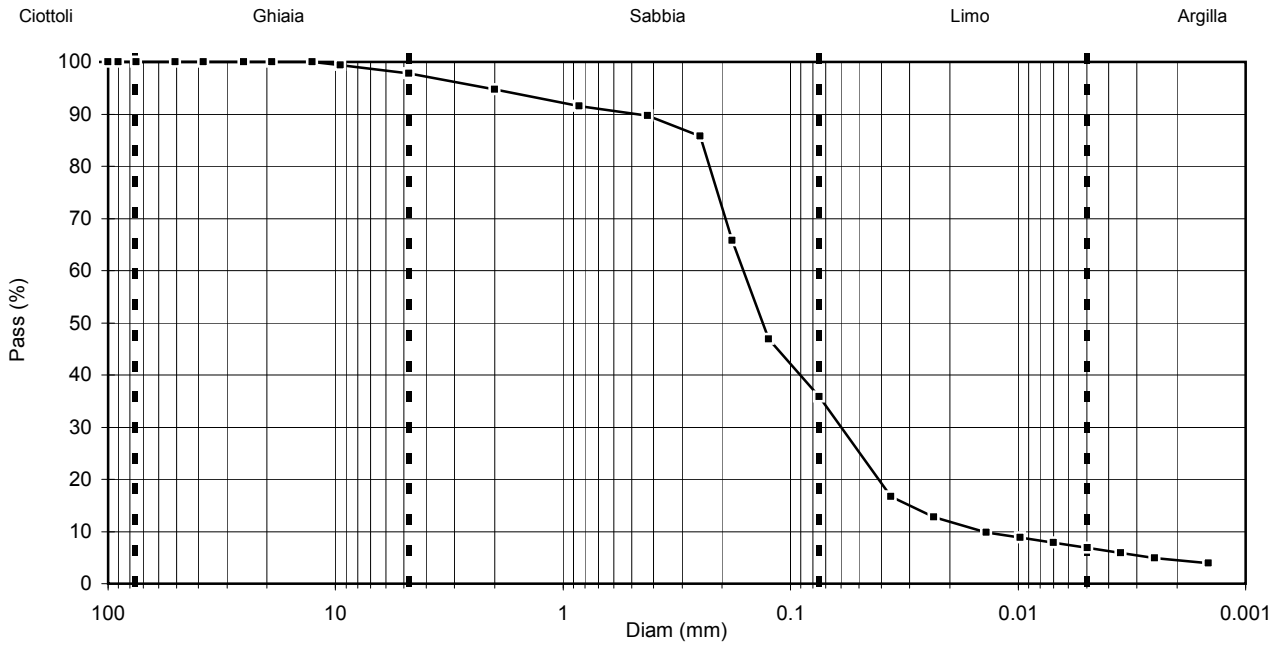
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	99.41
4.75	97.84
2.00	94.77
0.85	91.57
0.425	89.68
0.250	85.80
0.180	65.75
0.125	46.82
0.075	35.79

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0361	16.72
0.0235	12.79
0.0138	9.84
0.0098	8.85
0.0070	7.87
0.0050	6.89
0.0035	5.90
0.0025	4.92
0.0015	3.94



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore :	Dott. Geol. Cristiano Pastore

Test A07-08 Pag 1 / 1

RINA Consulting - GET Srl

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S3 C1
Profondità (m) : 6.00 -6.50
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 15/01/2019
Class. U.S.C.S. : SM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	N.P.	N.P.	N.P.
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

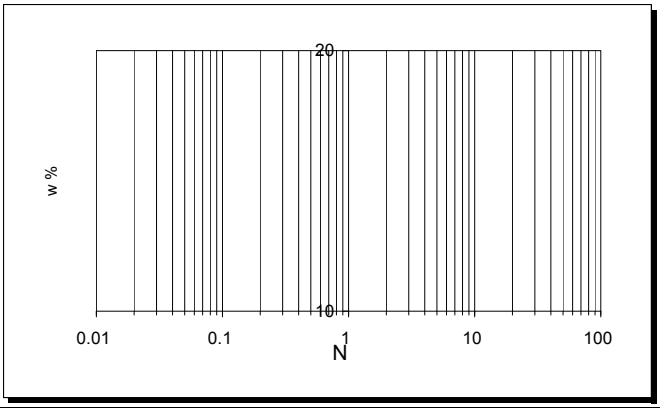
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

w % medio N.D.

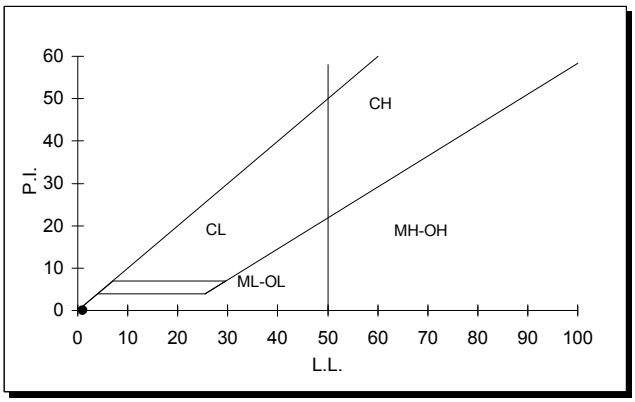
LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda
N.D. = Non Determinabile
N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Andrea Botti

Test A13-08 Pag 1 / 1

RINA Consulting - GET Srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	COMUNE DI ANDORA		
Identificazione Campione :	S3 C2		
Profondità (m) :	9.00-9.50	Data Ricevimento :	07/12/2019
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	09/01/2019
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa	Class. U.S.C.S. :	SM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	1.75
Sabbia (%)	77.32
Limo (%)	17.85
Argilla (%)	3.08
Fini (%)	20.93
D. max (mm)	8.5

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	0.445
D_{60} (mm)	0.167
D_{50} (mm)	0.148
D_{30} (mm)	0.101
D_{10} (mm)	0.029
C_c	2.15
C_u	5.80

GHIAIA E SABBIA

Forma : arrotondata

Durezza : dura e resistente

Note:

-

-

SETACCIATURA

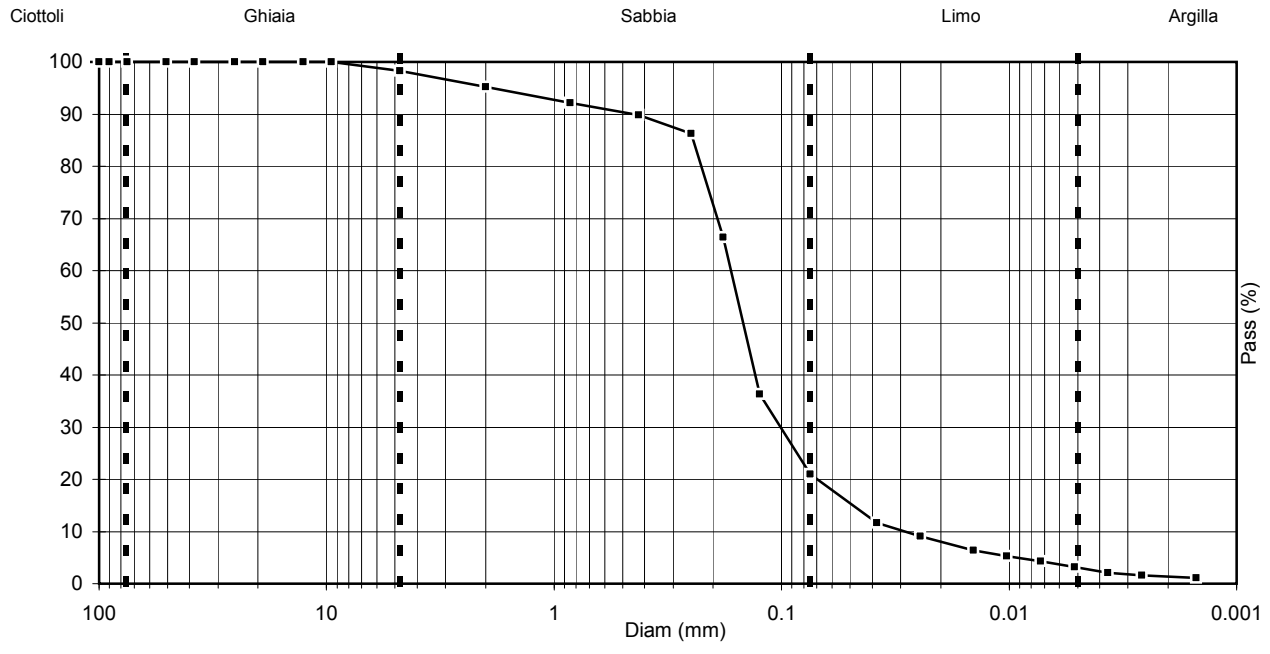
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	98.25
2.00	95.23
0.85	92.10
0.425	89.85
0.250	86.29
0.180	66.39
0.125	36.29
0.075	20.93

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0382	11.71
0.0245	9.05
0.0144	6.39
0.0102	5.32
0.0073	4.26
0.0052	3.19
0.0037	2.13
0.0026	1.60
0.0015	1.06



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

Test A07-09 Pag 1 / 1

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S3 C2
Profondità (m) : 9.00-9.50
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 16/01/2019
Class. U.S.C.S. : SM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	N.P.	N.P.	N.P.
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

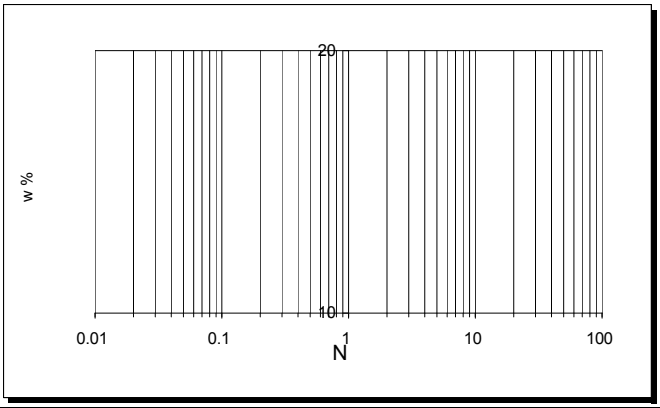
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

w % medio N.D.

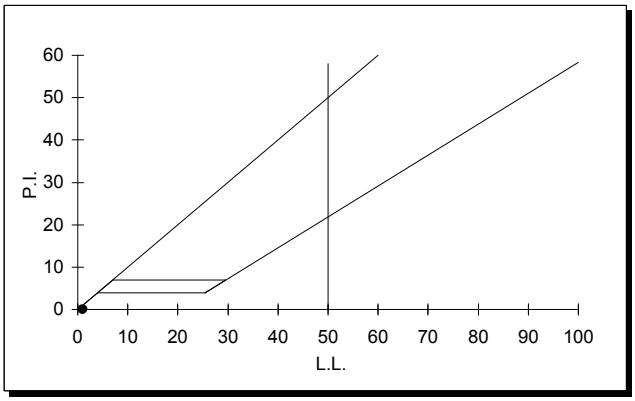
LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda
N.D. = Non Determinabile
N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

Test A13-09 Pag 1 / 1

RINA Consulting - GET Srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	COMUNE DI ANDORA		
Identificazione Campione :	S4 C1		
Profondità (m) :	7.50-8.00	Data Ricevimento :	07/12/2019
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	10/01/2019
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa	Class. U.S.C.S. :	SM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	0.00
Sabbia (%)	56.21
Limo (%)	33.63
Argilla (%)	10.16
Fini (%)	43.79
D. max (mm)	N.D.

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	0.177
D_{60} (mm)	0.109
D_{50} (mm)	0.086
D_{30} (mm)	0.043
D_{10} (mm)	0.005
C_c	3.46
C_u	22.61

GHIAIA E SABBIA

Forma : N.D.

Durezza : N.D.

Note:

-

-

SETACCIATURA

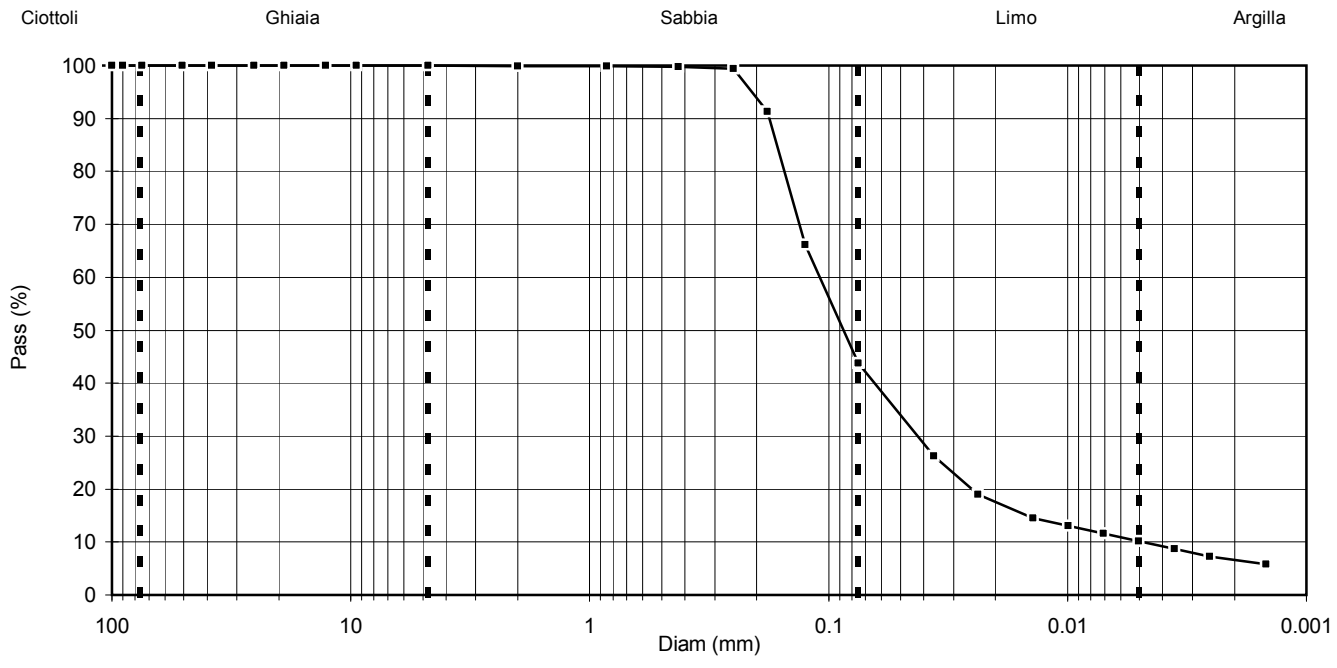
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	100.00
2.00	99.89
0.85	99.85
0.425	99.81
0.250	99.44
0.180	91.34
0.125	66.11
0.075	43.79

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0364	26.21
0.0238	18.93
0.0140	14.56
0.0099	13.10
0.0071	11.65
0.0050	10.19
0.0036	8.74
0.0025	7.28
0.0015	5.82



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore :	Dott. Geol. Cristiano Pastore

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S4 C1
Profondità (m) : 7.50-8.00
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 16/01/2019
Class. U.S.C.S. : SM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	N.P.	N.P.	N.P.
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

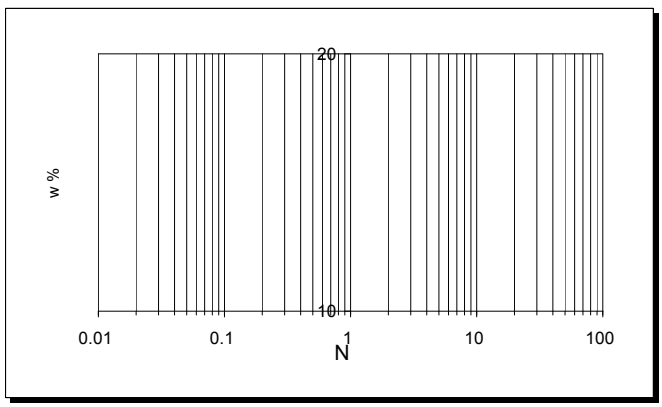
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

w % medio N.D.

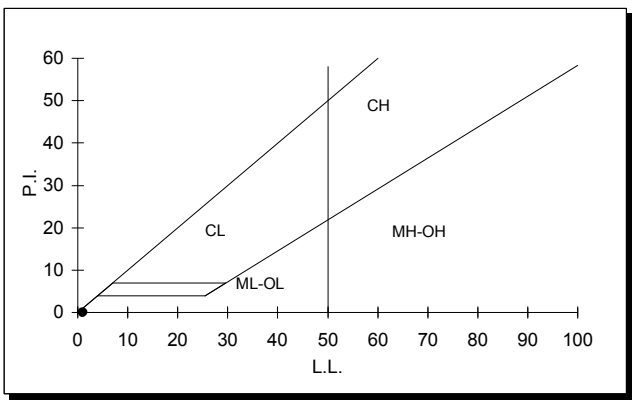
LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda
N.D. = Non Determinabile
N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Andrea Botti

Test A13-10 Pag 1 / 1

RINA Consulting - GET Srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	COMUNE DI ANDORA		
Identificazione Campione :	S4 C2		
Profondità (m) :	11.00-11.50	Data Ricevimento :	07/12/2019
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	10/01/2019
Descrizione del Materiale :	Sabbia argillosa	Class. U.S.C.S. :	SC

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	1.65
Sabbia (%)	67.59
Limo (%)	26.64
Argilla (%)	4.12
Fini (%)	30.76
D. max (mm)	14.2

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	0.231
D_{60} (mm)	0.136
D_{50} (mm)	0.115
D_{30} (mm)	0.073
D_{10} (mm)	0.026
C_c	1.51
C_u	5.30

GHIAIA E SABBIA

Forma : arrotondata

Durezza : dura e resistente

Note:

-

-

SETACCIATURA

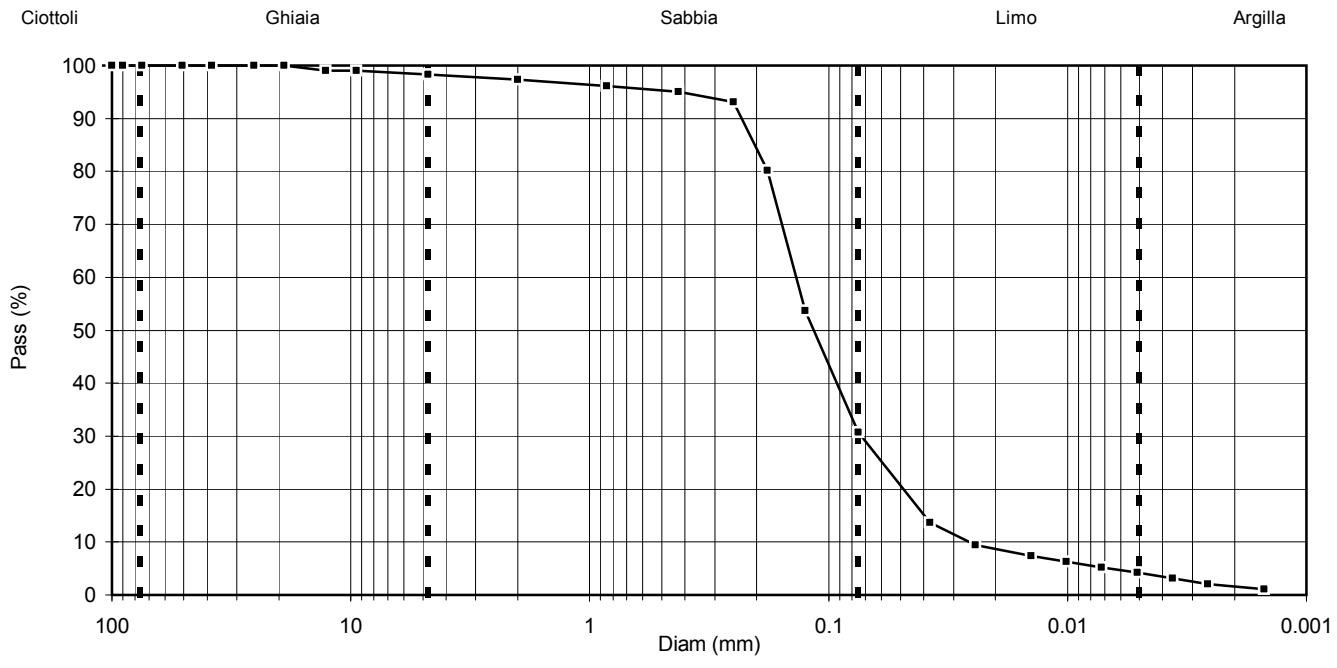
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	99.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	99.00
4.75	98.35
2.00	97.40
0.85	96.08
0.425	95.01
0.250	93.12
0.180	80.17
0.125	53.71
0.075	30.76

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0376	13.66
0.0243	9.46
0.0142	7.36
0.0101	6.31
0.0072	5.26
0.0051	4.20
0.0036	3.15
0.0026	2.10
0.0015	1.05



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore :	Dott. Geol. Cristiano Pastore

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S4 C2
Profondità (m) : 11.00-11.50
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia argillosa

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 16/01/2019
Class. U.S.C.S. : SC

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	N.P.	N.P.	N.P.
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

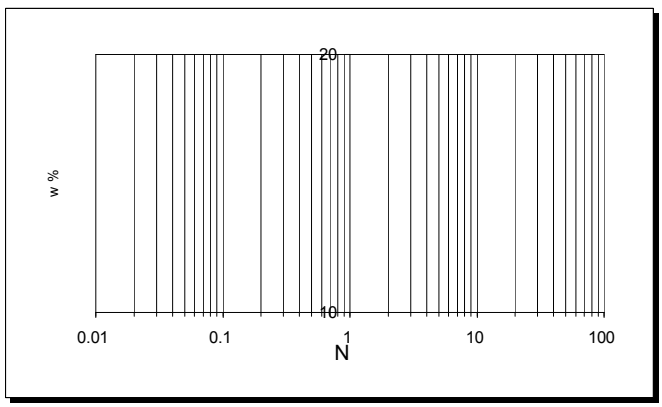
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

w % medio N.D.

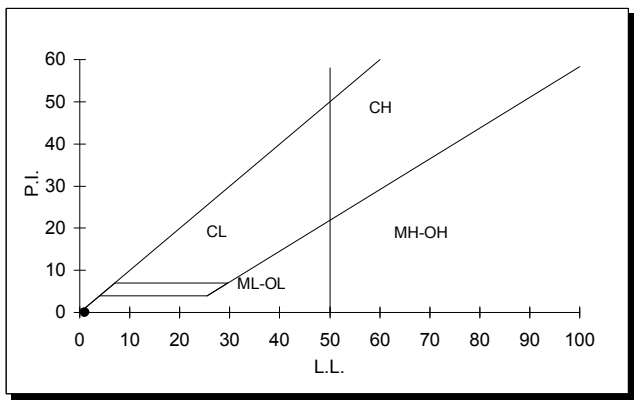
LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda
N.D. = Non Determinabile
N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Andrea Botti

Test A13-11 Pag 1 / 1

RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.2)
Profondità (m) : 12.4
Tipo di campione : Ricostruito
Descrizione : Sabbia poco gradata
Data di ricevimento : 07/12/2018
Data di esecuzione : 21/01/2019

Condzioni iniziali

	H (mm)	D (mm)	w_c* (%)	γ (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	G_s** (-)	e (-)	S (-)	n (-)
Prov. 1	100.0	50.0	10.2	16.76	15.21	2.700	0.741	0.37	0.43

* contenuto in acqua determinato dagli scarti di preparazione del provino ** stimato

Saturazione - Incrementi di Pressione di Cella e Back Pressure

Step (-)	$\sigma_{3\,fin}$ (kPa)	u_{fin} (kPa)	$\Delta\sigma_3$ (kPa)	Δu (kPa)	B (-)
1	100	42	100	42	0.42
2	310	185	210	143	0.68
3	410	268	100	83	0.83
4	505	356	95	88	0.93
5	545	395	40	39	0.98

Consolidazione (Condizioni Finali)

Back Pressure : **500** **(kPa)**

	σ_H' (kPa)	σ_V' (kPa)	σ_H' / σ_V' (-)	ΔH (mm)	ΔV (cm^3)	$\Delta H/H$ (%)	$\Delta V/V$ (%)	e (-)
stage 1	125	125	1.00	0.02	0.12	0.02	0.06	0.740

Note: DV e DH sono da intendere come valori cumulativi

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località :	COMUNE DI ANDORA
Id. Campione :	S3 Ci2 (CSR0.2)
Profondità (m) :	12.4
Tipo di campione :	Ricostruito
Descrizione :	Sabbia poco gradata

Rampa pre-ciclica in condizioni non drenate (Condizioni Finali)

Sforzo di taglio (τ)	(kPa)	-
Deformazione assiale (ε_a)	(%)	-
Stress assiale efficace (σ'_a)	(kPa)	-
Stress radiale efficace (σ'_r)	(kPa)	-
Eccesso di pressione dei pori (Δu)	(kPa)	-

Fase ciclica in condizioni non drenate

Sforzo di taglio medio (τ_{av})	(kPa)	0
Sforzo di taglio ciclico (τ_{cy})	(kPa)	25
Frequenza	(Hz)	1.00
Sforzo di taglio di riferimento (τ_{ref})	(kPa)	-

Valori finali

Numero di cicli (N)	(-)	1500	Deformazione doppia ampiezza (ε_{da})	(%)	0.08
Deformazione assiale media (ε_{av})	(%)	0.01	$\Delta u/\sigma_r$ (Ru)	(-)	0.31
Deformazione ciclica (ε_{cy})	(%)	0.04			

Rottura post-ciclica

Velocità di deformazione (%/ora) -

		Picco	ε_a=10%
Deviatore (q)	(kPa)	-	-
Deformazione assiale (ε_a)	(%)	-	-
Eccesso di pressione dei pori (Δu)	(kPa)	-	-
Sforzo di taglio medio (s')	(kPa)	-	-
Sforzo di taglio (t)	(kPa)	-	-

Contenuto in acqua finale (%) 27.42

Note:

Direttore tecnico Dott. Geol. Paolo Brasey Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

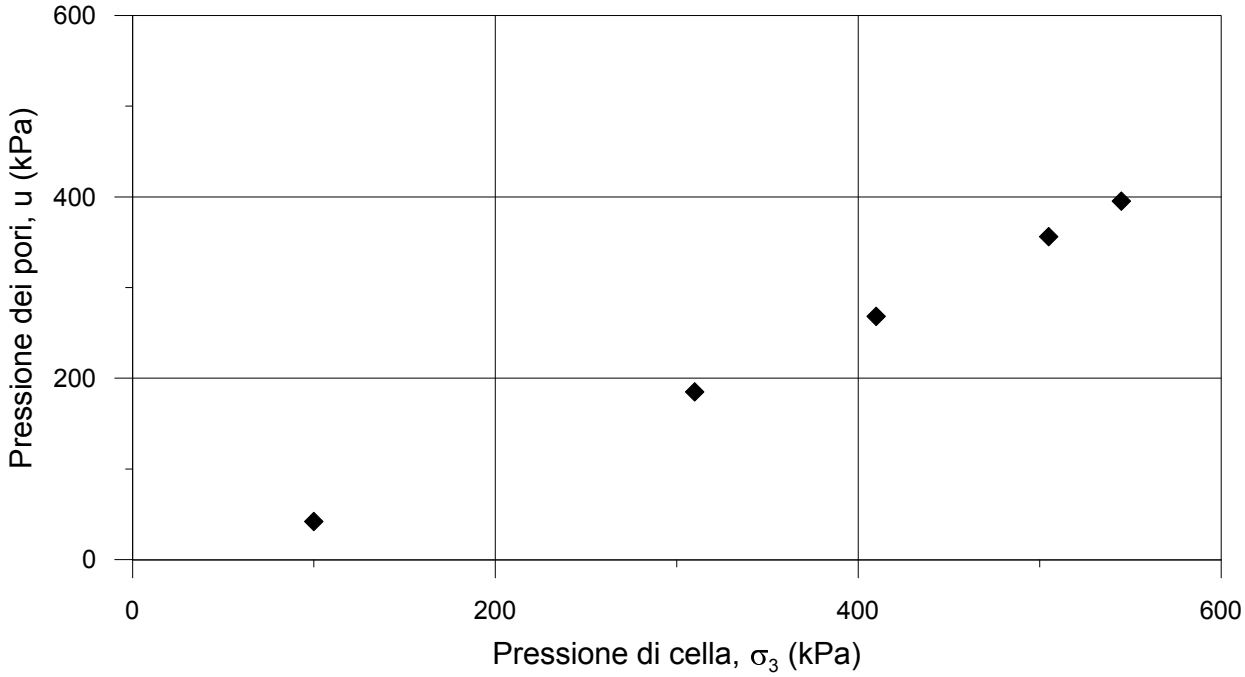
Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

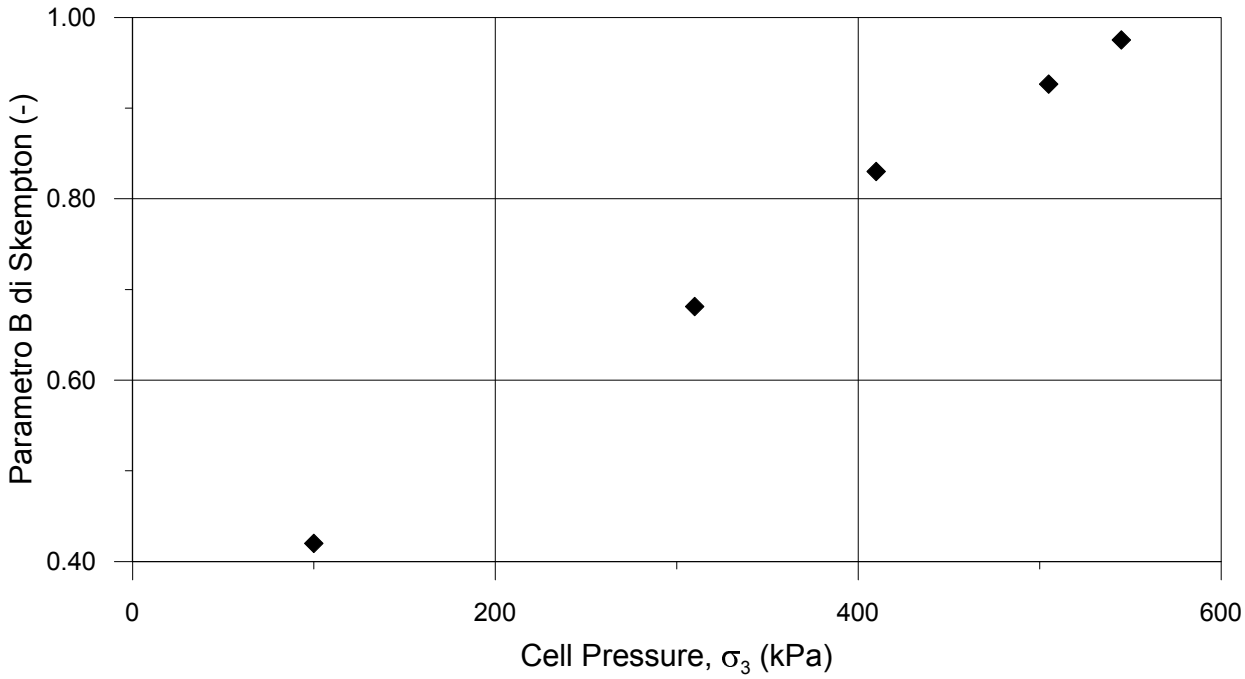
RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località :	COMUNE DI ANDORA
Id. Campione :	S3 Ci2 (CSR0.2)
Profondità (m) :	12.4
Descrizione :	Sabbia poco gradata

SATURAZIONE





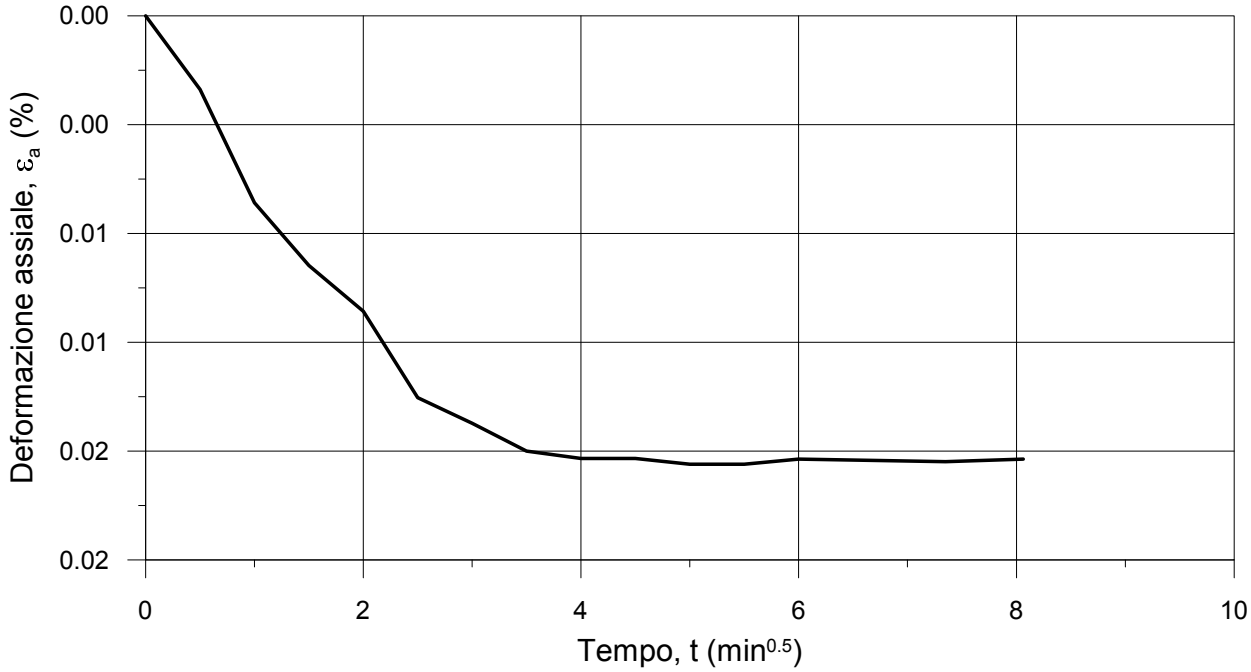
Test E08-1 Pag 3/7

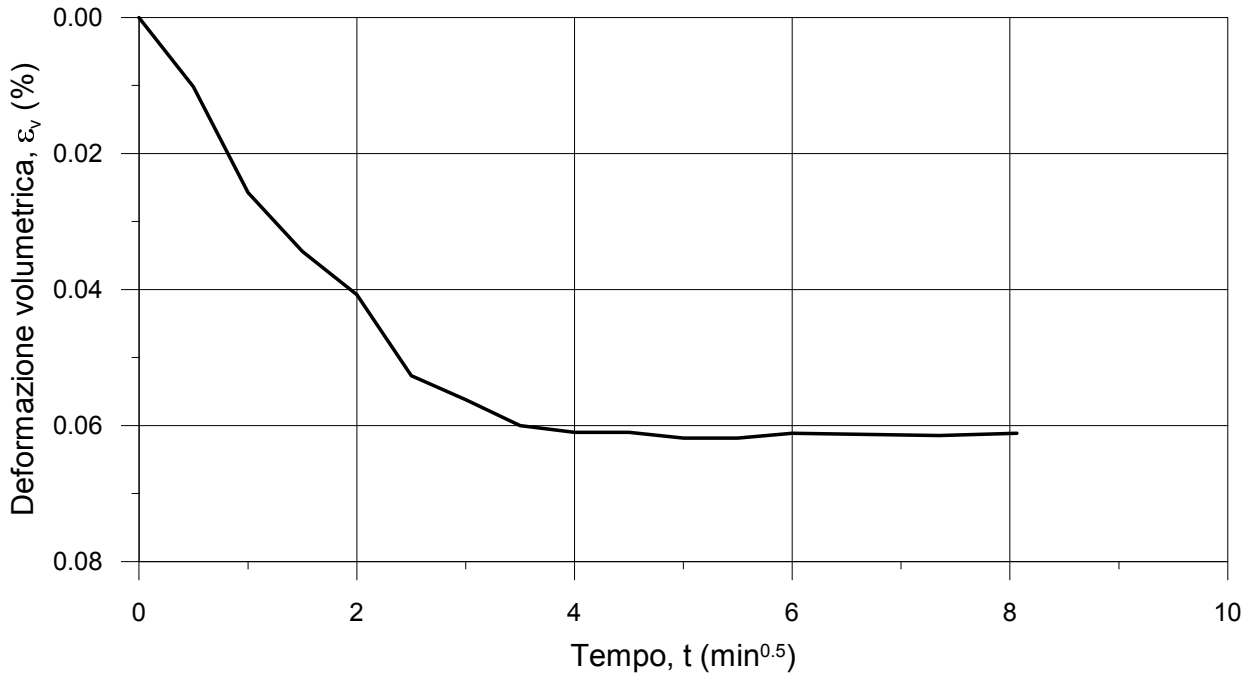
RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.2)
Profondità (m) : 12.4
Descrizione : Sabbia poco gradata

CONSOLIDAZIONE





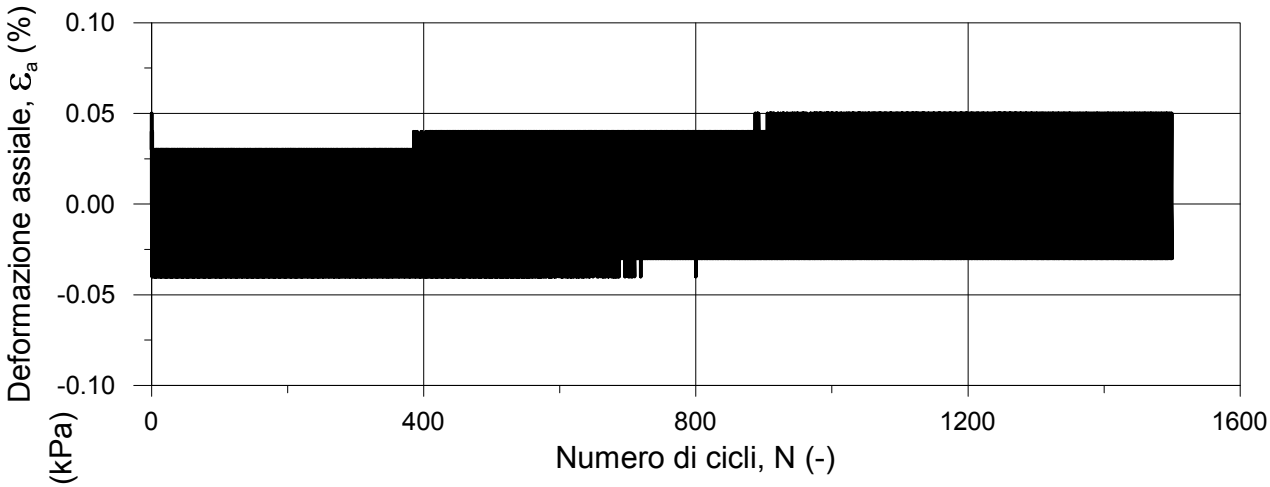
Test E08-1 Pag 4/7

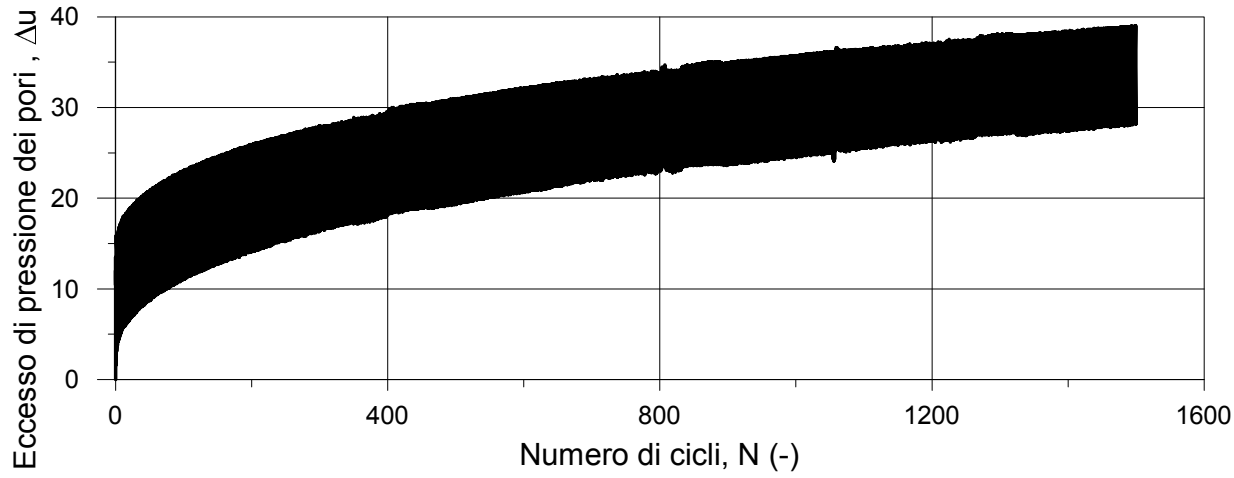
RINA Consulting - GET Srl

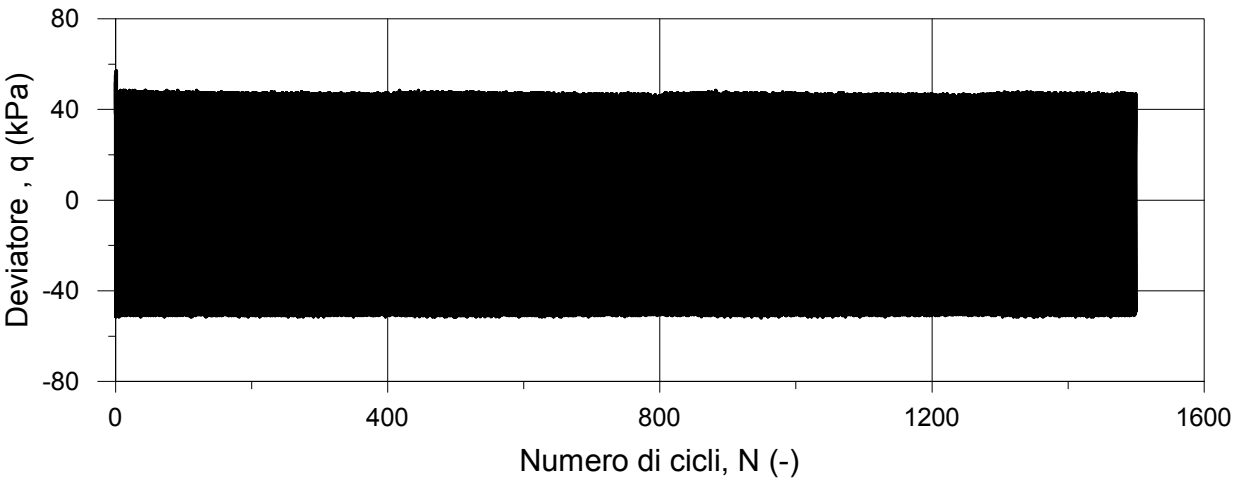
TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.2)
Profondità (m) : 12.4
Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA







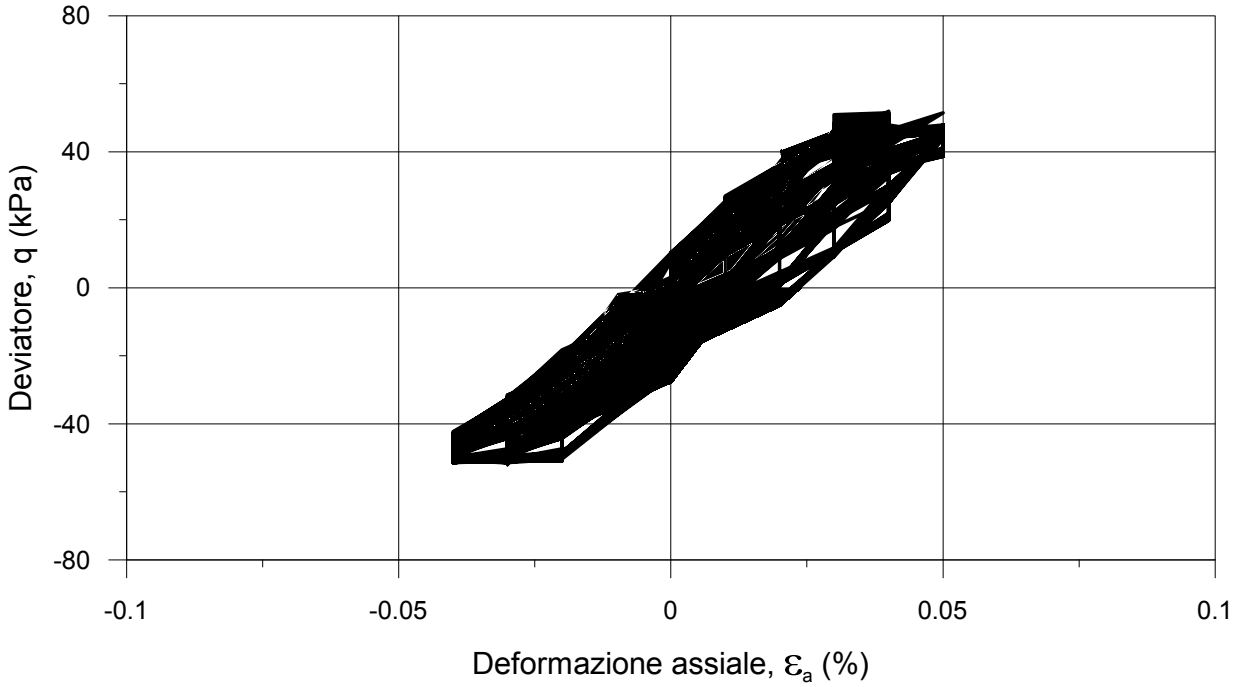
Test E08-1 Pag 5/7

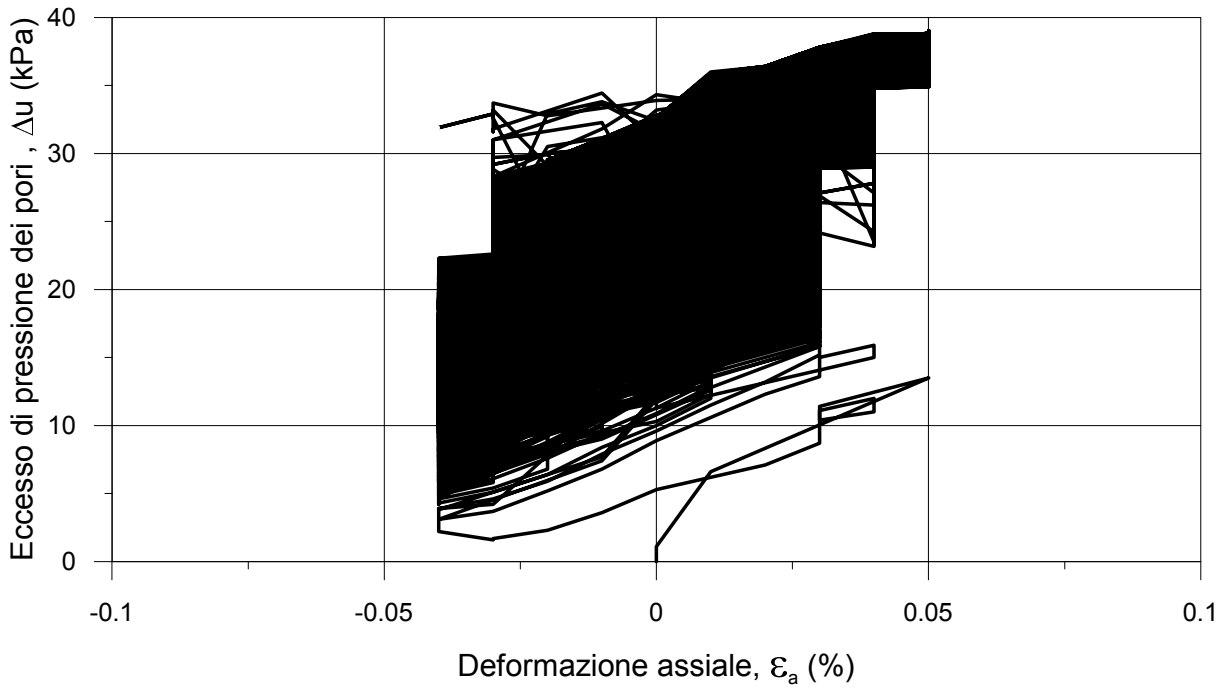
RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.2)
Profondità (m) : 12.4
Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA





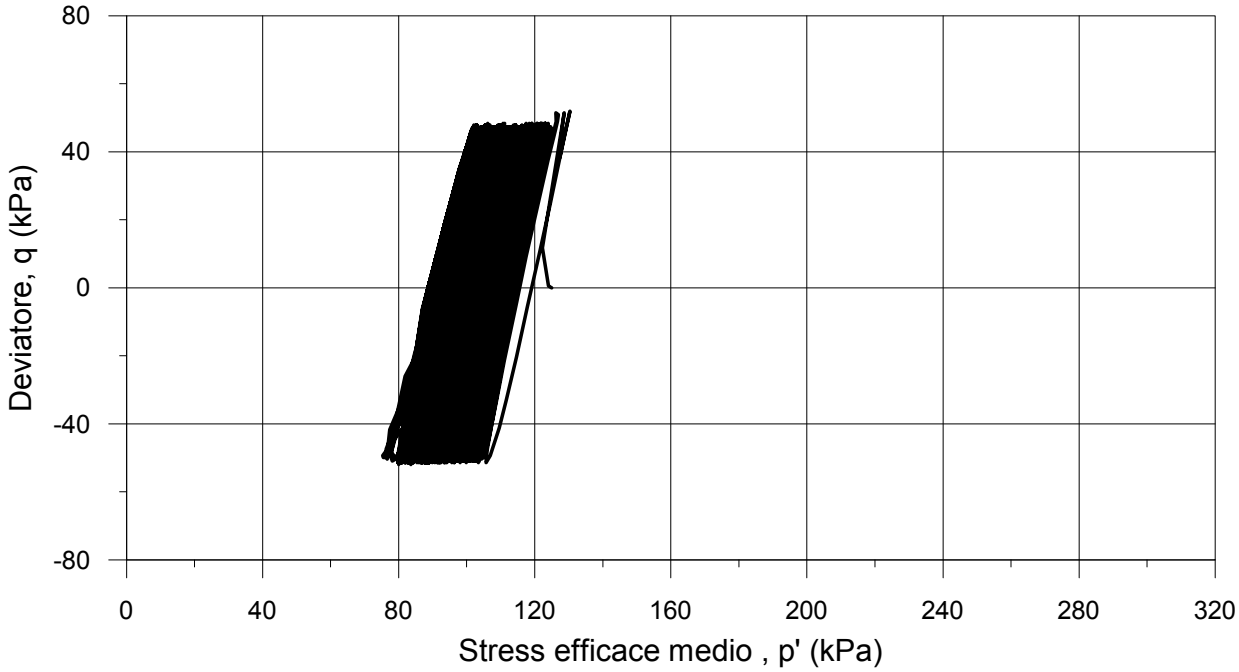
Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

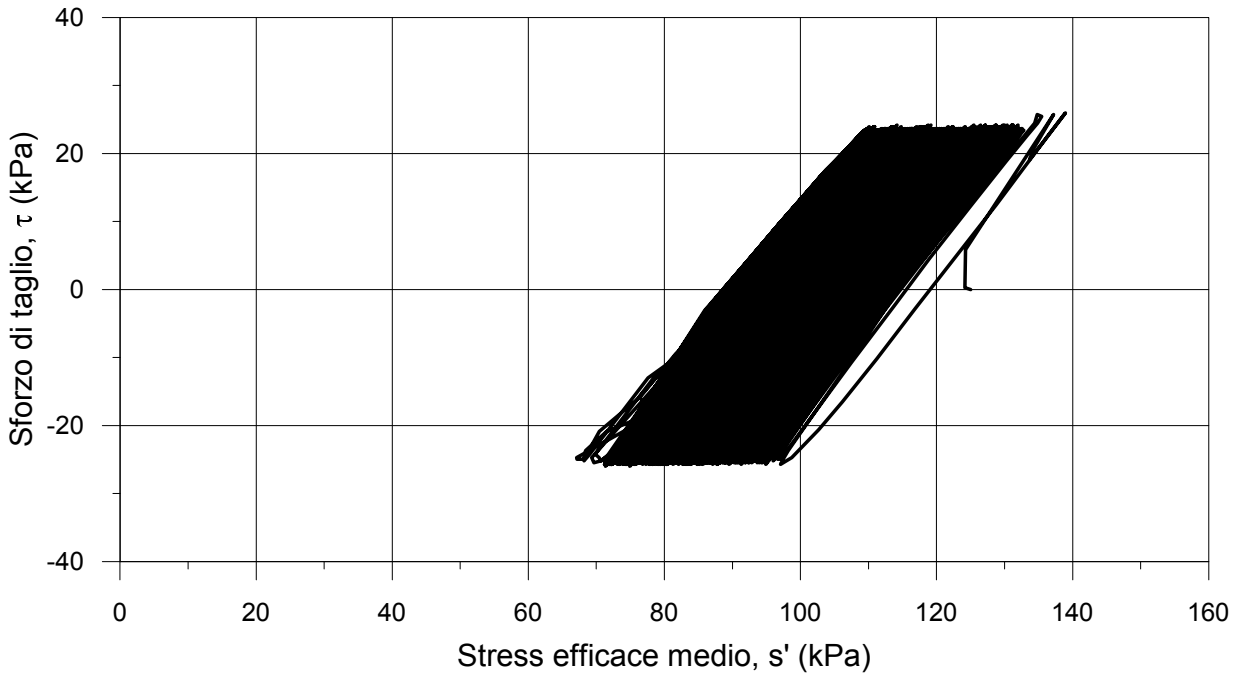
RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.2)
Profondità (m) : 12.4
Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA





Test E08-1 Pag 7/7

RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.5)
Profondità (m) : 12.4
Tipo di campione : Ricostruito
Descrizione : Sabbia poco gradata
Data di ricevimento : 07/12/2018
Data di esecuzione : 23/01/2019

Condzioni iniziali

	H (mm)	D (mm)	w_c* (%)	γ (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	G_s** (-)	e (-)	S (-)	n (-)
Prov. 1	100.0	50.0	10.0	16.79	15.26	2.700	0.736	0.37	0.42

* contenuto in acqua determinato dagli scarti di preparazione del provino ** stimato

Saturazione - Incrementi di Pressione di Cella e Back Pressure

Step (-)	$\sigma_{3\,fin}$ (kPa)	u_{fin} (kPa)	$\Delta\sigma_3$ (kPa)	Δu (kPa)	B (-)
1	100	39	100	39	0.39
2	300	163	200	124	0.62
3	405	251	105	88	0.84
4	510	348	105	97	0.92
5	550	386	40	38	0.95

Consolidazione (Condizioni Finali)

Back Pressure : **500** **(kPa)**

	σ_H' (kPa)	σ_V' (kPa)	σ_H' / σ_V' (-)	ΔH (mm)	ΔV (cm^3)	$\Delta H/H$ (%)	$\Delta V/V$ (%)	e (-)
stage 1	125	125	1.00	0.02	0.15	0.02	0.08	0.735

Note: DV e DH sono da intendere come valori cumulativi

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località :	COMUNE DI ANDORA
Id. Campione :	S3 Ci2 (CSR0.5)
Profondità (m) :	12.4
Tipo di campione :	Ricostruito
Descrizione :	Sabbia poco gradata

Rampa pre-ciclica in condizioni non drenate (Condizioni Finali)

Sforzo di taglio (τ)	(kPa)	-
Deformazione assiale (ε_a)	(%)	-
Stress assiale efficace (σ'_a)	(kPa)	-
Stress radiale efficace (σ'_r)	(kPa)	-
Eccesso di pressione dei pori (Δu)	(kPa)	-

Fase ciclica in condizioni non drenate

Sforzo di taglio medio (τ_{av})	(kPa)	0
Sforzo di taglio ciclico (τ_{cy})	(kPa)	62
Frequenza	(Hz)	1.00
Sforzo di taglio di riferimento (τ_{ref})	(kPa)	-

Valori finali

Numero di cicli (N)	(-)	11	Deformazione doppia ampiezza (ε_{da})	(%)	1.57
Deformazione assiale media (ε_{av})	(%)	-0.26	$\Delta u/\sigma_r$ (Ru)	(-)	1.00
Deformazione ciclica (ε_{cy})	(%)	0.79			

Rottura post-ciclica

Velocità di deformazione (%/ora) -

		Picco	ε_a=10%
Deviatore (q)	(kPa)	-	-
Deformazione assiale (ε_a)	(%)	-	-
Eccesso di pressione dei pori (Δu)	(kPa)	-	-
Sforzo di taglio medio (s')	(kPa)	-	-
Sforzo di taglio (t)	(kPa)	-	-

Contenuto in acqua finale (%) 27.20

Note:

Direttore tecnico Dott. Geol. Paolo Brasey Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

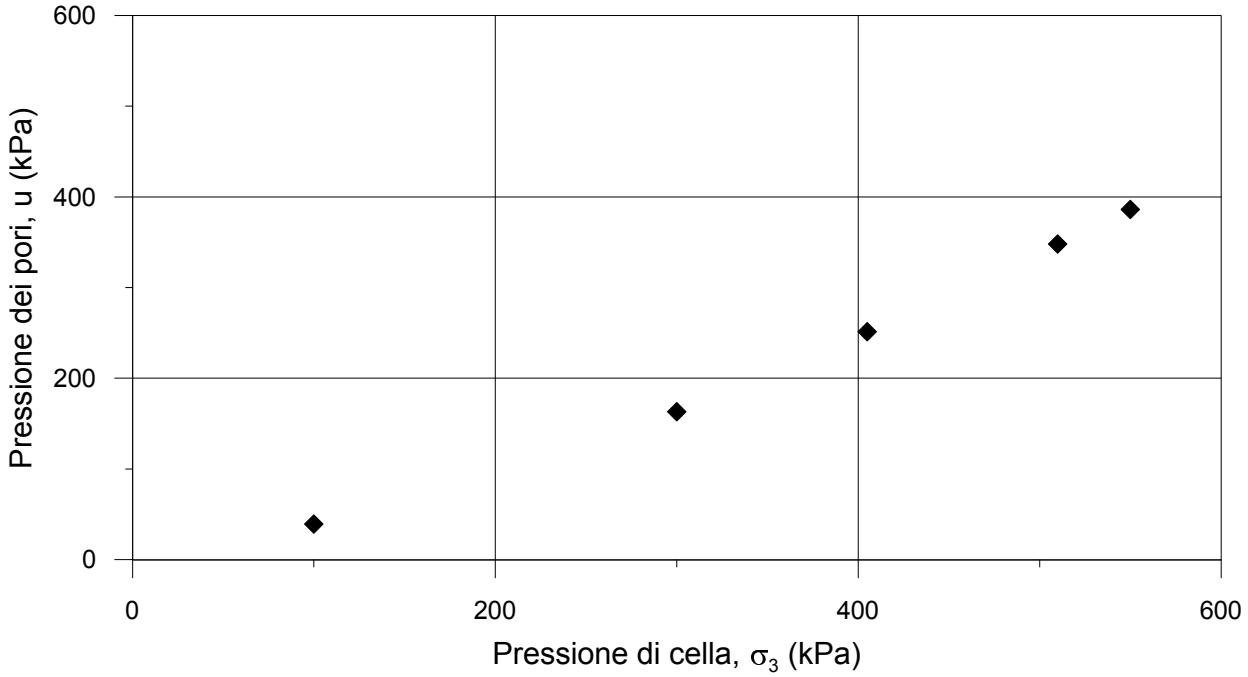
Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

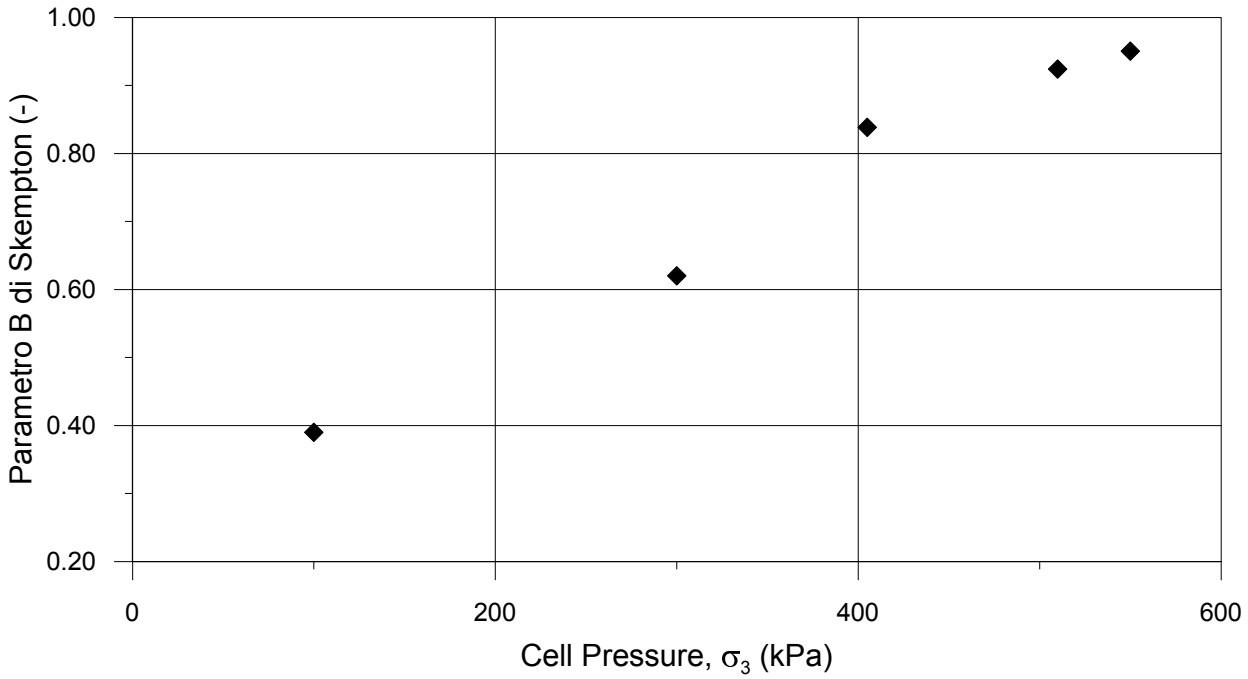
RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località :	COMUNE DI ANDORA
Id. Campione :	S3 Ci2 (CSR0.5)
Profondità (m) :	12.4
Descrizione :	Sabbia poco gradata

SATURAZIONE





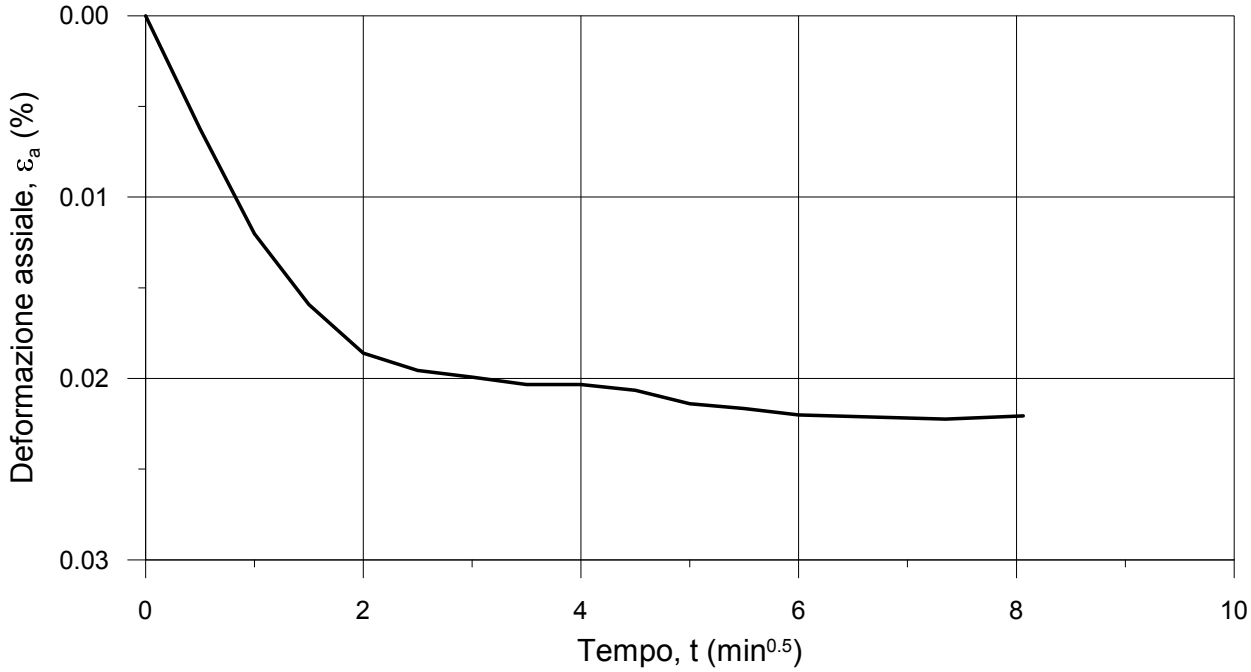
Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

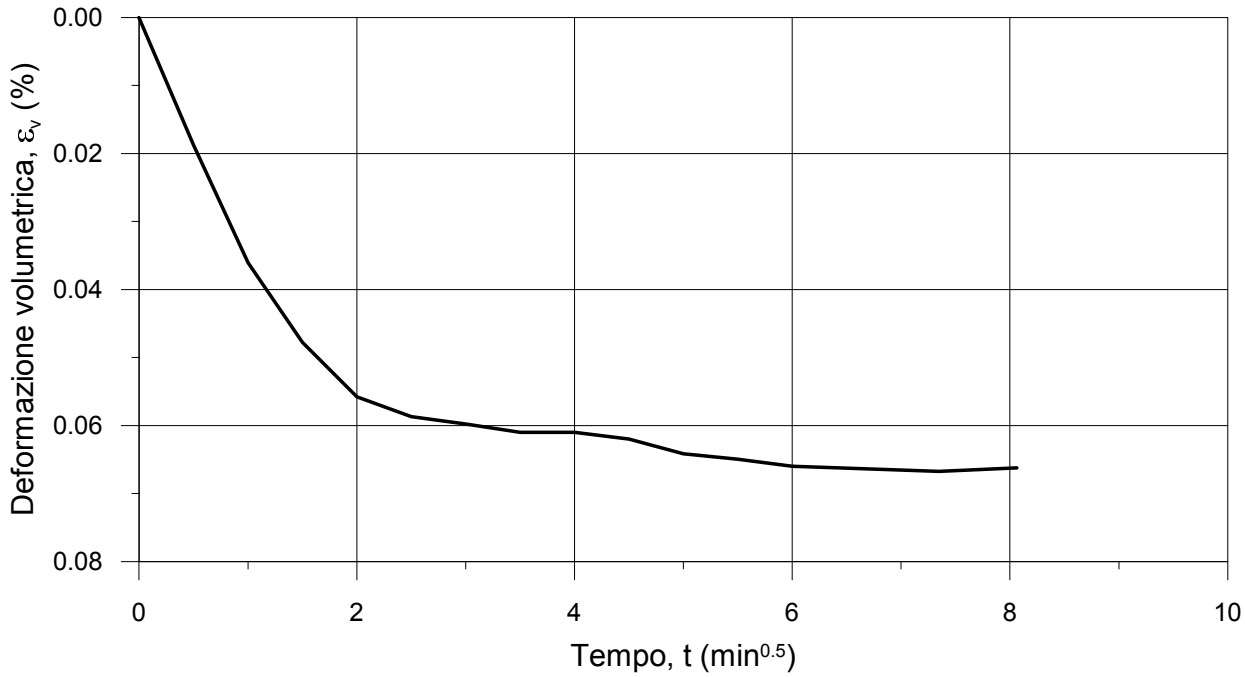
RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.5)
Profondità (m) : 12.4
Descrizione : Sabbia poco gradata

CONSOLIDAZIONE





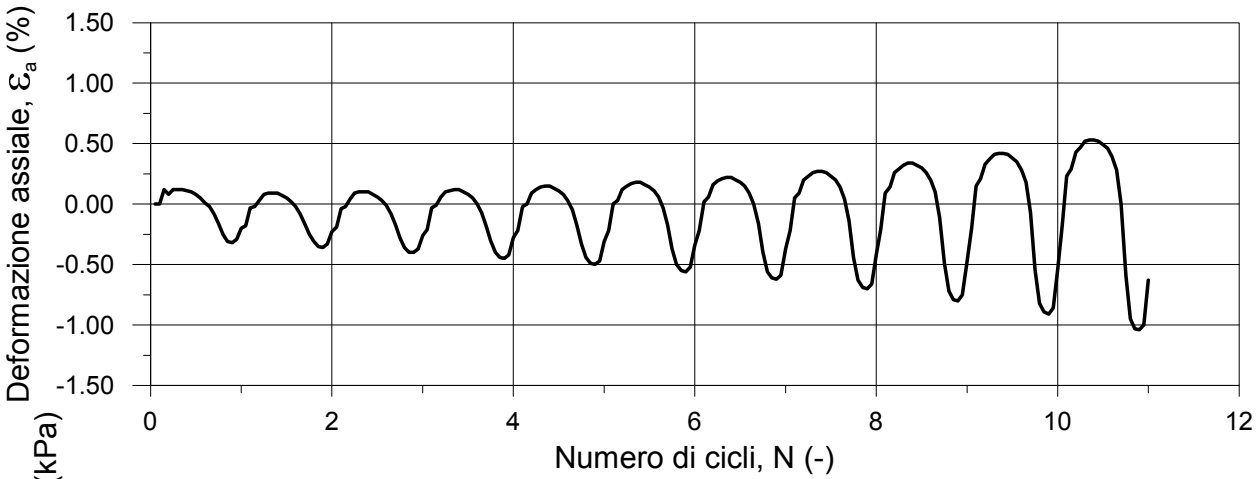
Test E08-1 Pag 4/7

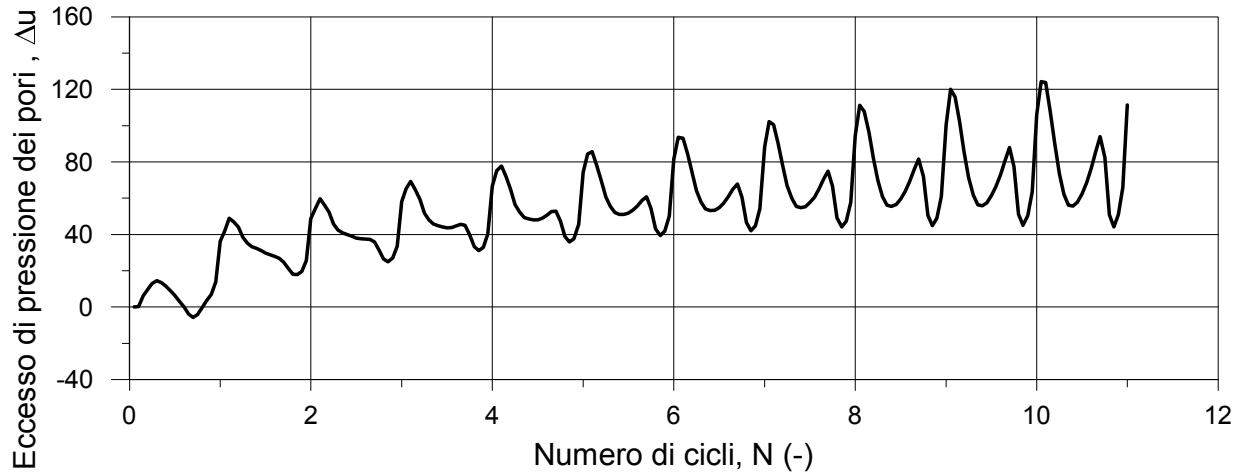
RINA Consulting - GET Srl

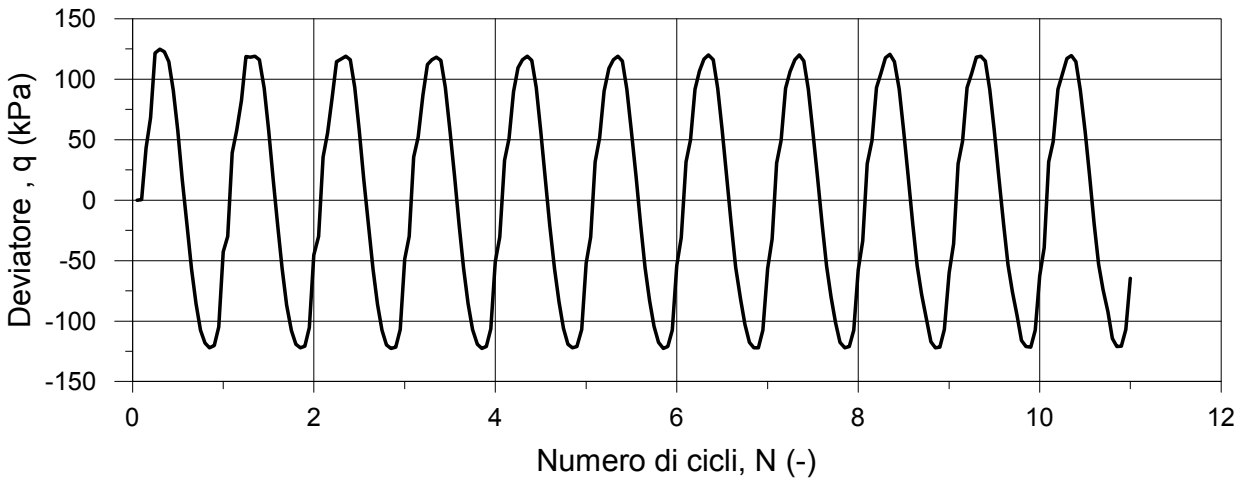
TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.5)
Profondità (m) : 12.4
Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA







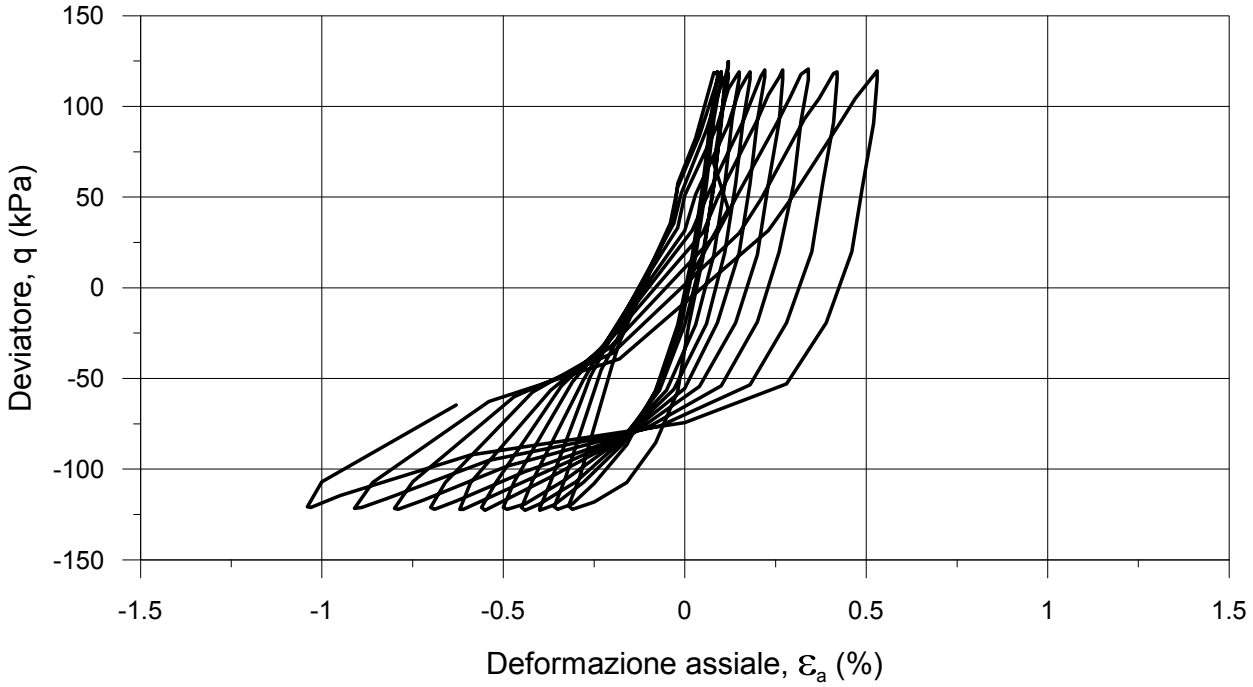
Test E08-1 Pag 5/7

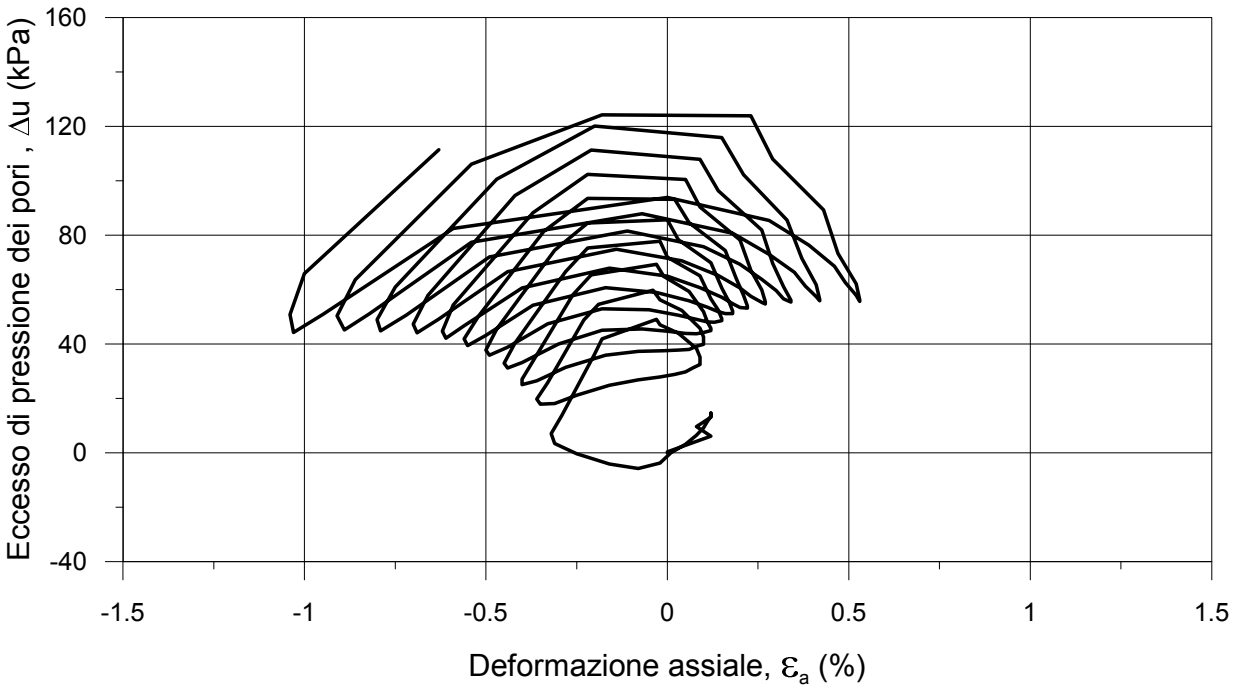
RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.5)
Profondità (m) : 12.4
Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA





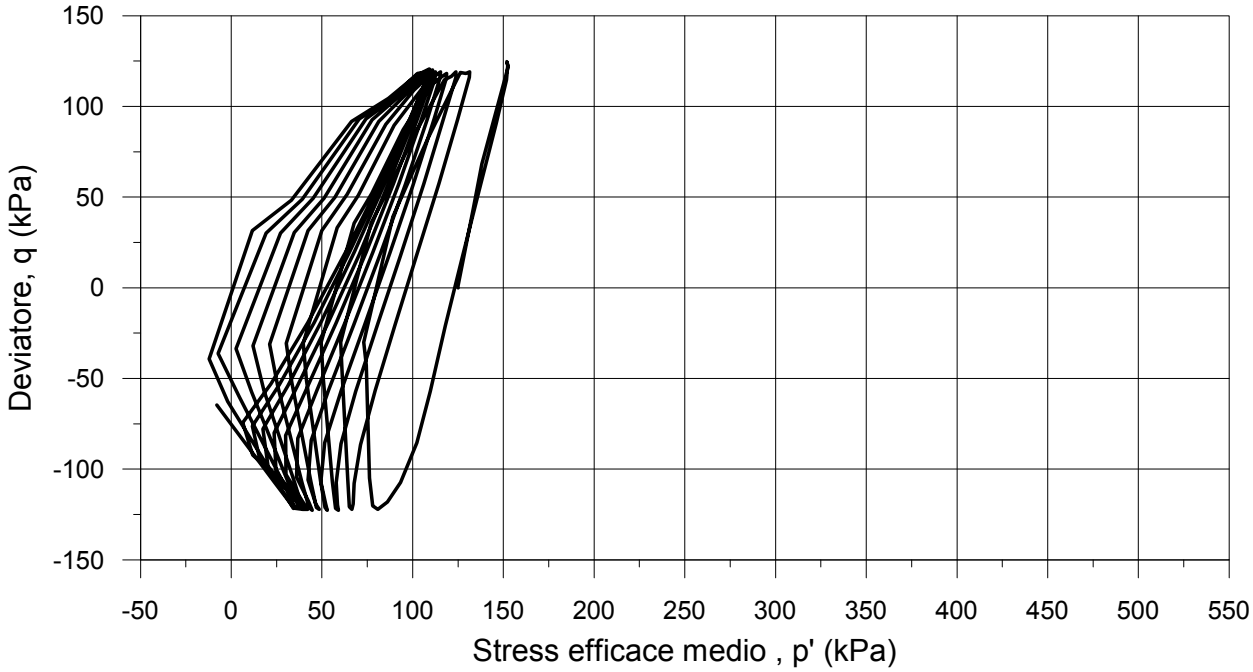
Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

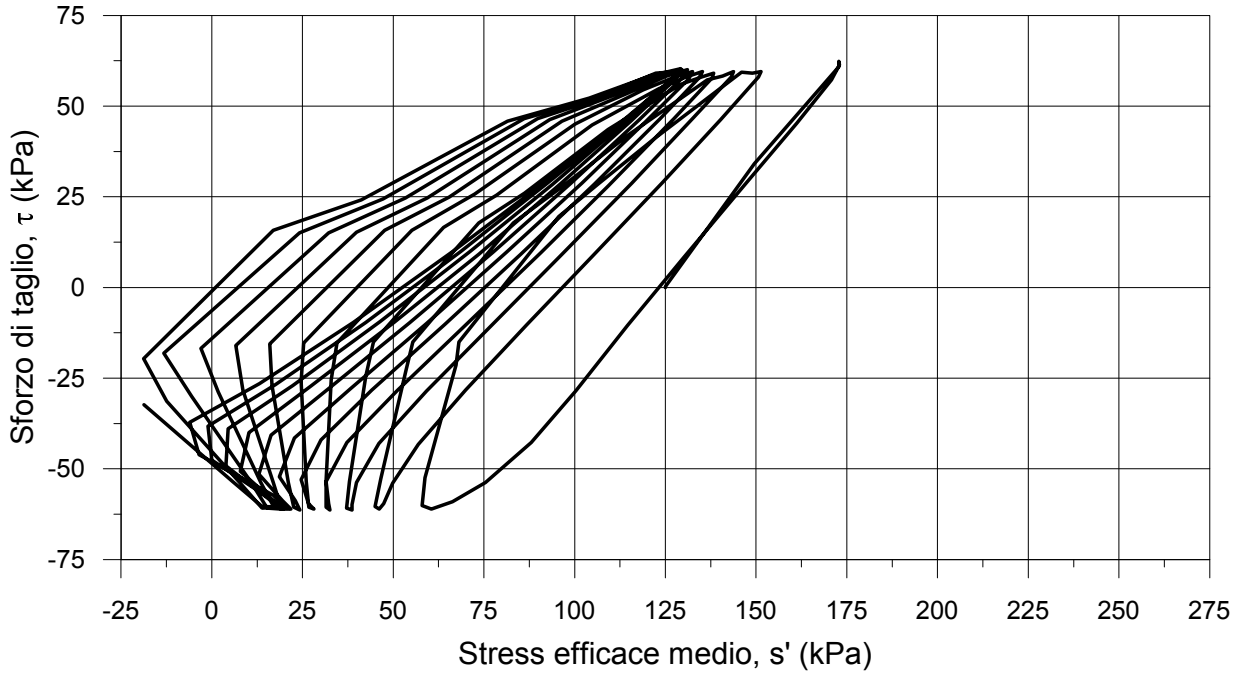
RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.5)
Profondità (m) : 12.4
Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA





Test E08-1 Pag 7/7

RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.3)
Profondità (m) : 12.4
Tipo di campione : Ricostruito
Descrizione : Sabbia poco gradata
Data di ricevimento : 07/12/2018
Data di esecuzione : 28/01/2019

Condzioni iniziali

	H (mm)	D (mm)	w_c* (%)	γ (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	G_s** (-)	e (-)	S (-)	n (-)
Prov. 1	100.0	50.0	10.2	16.74	15.19	2.700	0.744	0.37	0.43

* contenuto in acqua determinato dagli scarti di preparazione del provino ** stimato

Saturazione - Incrementi di Pressione di Cella e Back Pressure

Step (-)	$\sigma_{3\,fin}$ (kPa)	u_{fin} (kPa)	$\Delta\sigma_3$ (kPa)	Δu (kPa)	B (-)
1	100	40	100	40	0.40
2	250	139	150	99	0.66
3	400	271	150	132	0.88
4	495	357	95	86	0.91
5	550	410	55	53	0.96

Consolidazione (Condizioni Finali)

Back Pressure : **500** **(kPa)**

	σ_H' (kPa)	σ_V' (kPa)	σ_H' / σ_V' (-)	ΔH (mm)	ΔV (cm^3)	$\Delta H/H$ (%)	$\Delta V/V$ (%)	e (-)
stage 1	125	125	1.00	0.05	0.27	0.05	0.14	0.741

Note: DV e DH sono da intendere come valori cumulativi

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località :	COMUNE DI ANDORA
Id. Campione :	S3 Ci2 (CSR0.3)
Profondità (m) :	12.4
Tipo di campione :	Ricostruito
Descrizione :	Sabbia poco gradata

Rampa pre-ciclica in condizioni non drenate (Condizioni Finali)

Sforzo di taglio (τ)	(kPa)	-
Deformazione assiale (ε_a)	(%)	-
Stress assiale efficace (σ'_a)	(kPa)	-
Stress radiale efficace (σ'_r)	(kPa)	-
Eccesso di pressione dei pori (Δu)	(kPa)	-

Fase ciclica in condizioni non drenate

Sforzo di taglio medio (τ_{av})	(kPa)	0
Sforzo di taglio ciclico (τ_{cy})	(kPa)	38
Frequenza	(Hz)	1.00
Sforzo di taglio di riferimento (τ_{ref})	(kPa)	-

Valori finali

Numero di cicli (N)	(-)	40	Deformazione doppia ampiezza (ε_{da})	(%)	1.88
Deformazione assiale media (ε_{av})	(%)	-0.46	$\Delta u/\sigma_r$ (Ru)	(-)	1.01
Deformazione ciclica (ε_{cy})	(%)	0.94			

Rottura post-ciclica

Velocità di deformazione (%/ora) -

		Picco	ε_a=10%
Deviatore (q)	(kPa)	-	-
Deformazione assiale (ε_a)	(%)	-	-
Eccesso di pressione dei pori (Δu)	(kPa)	-	-
Sforzo di taglio medio (s')	(kPa)	-	-
Sforzo di taglio (t)	(kPa)	-	-

Contenuto in acqua finale (%) 27.45

Note:

Direttore tecnico Dott. Geol. Paolo Brasey Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

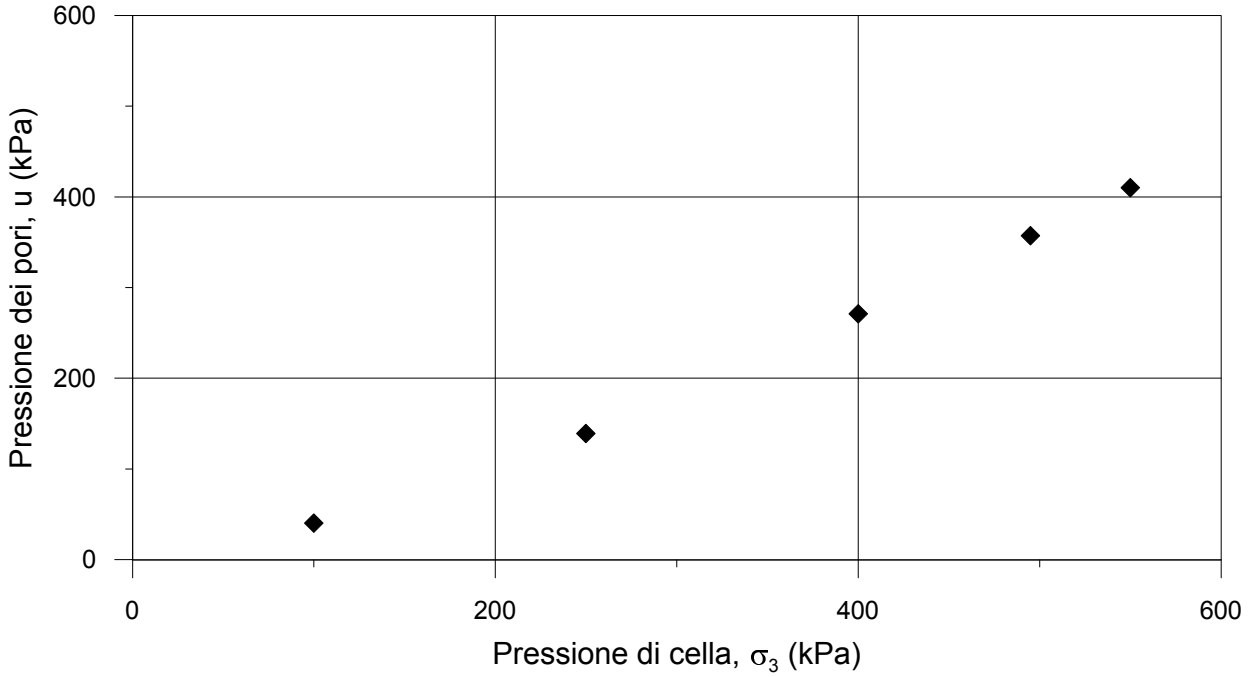
Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

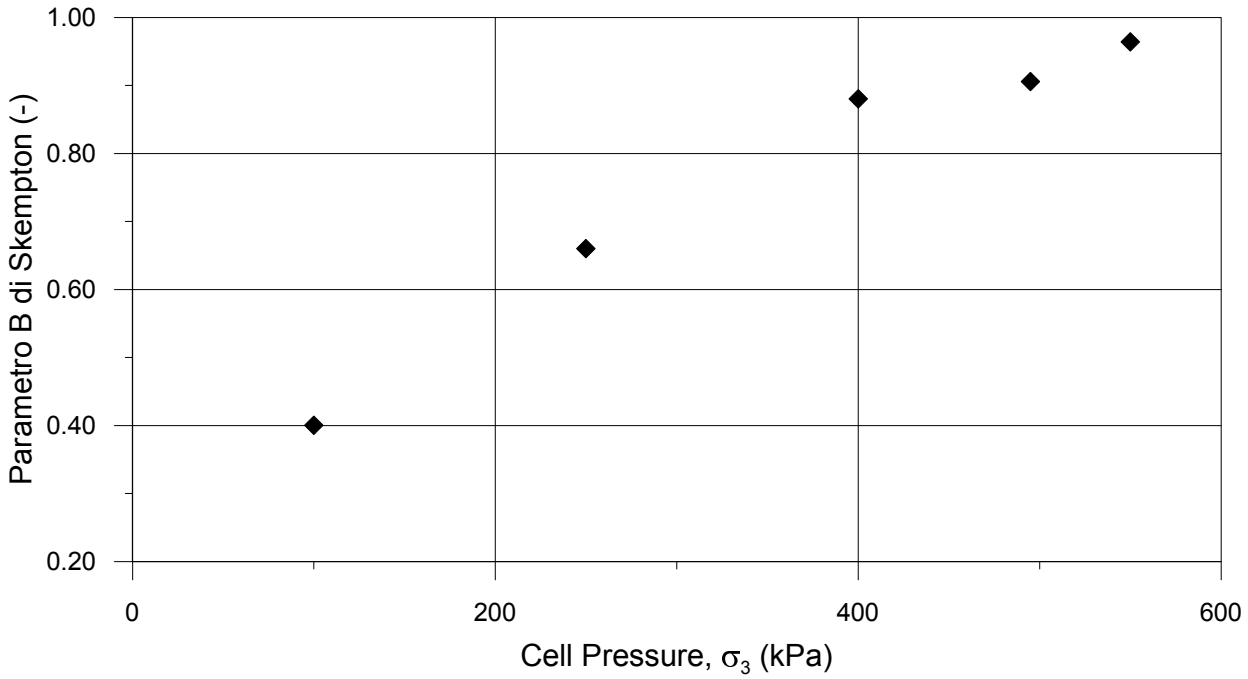
RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località :	COMUNE DI ANDORA
Id. Campione :	S3 Ci2 (CSR0.3)
Profondità (m) :	12.4
Descrizione :	Sabbia poco gradata

SATURAZIONE





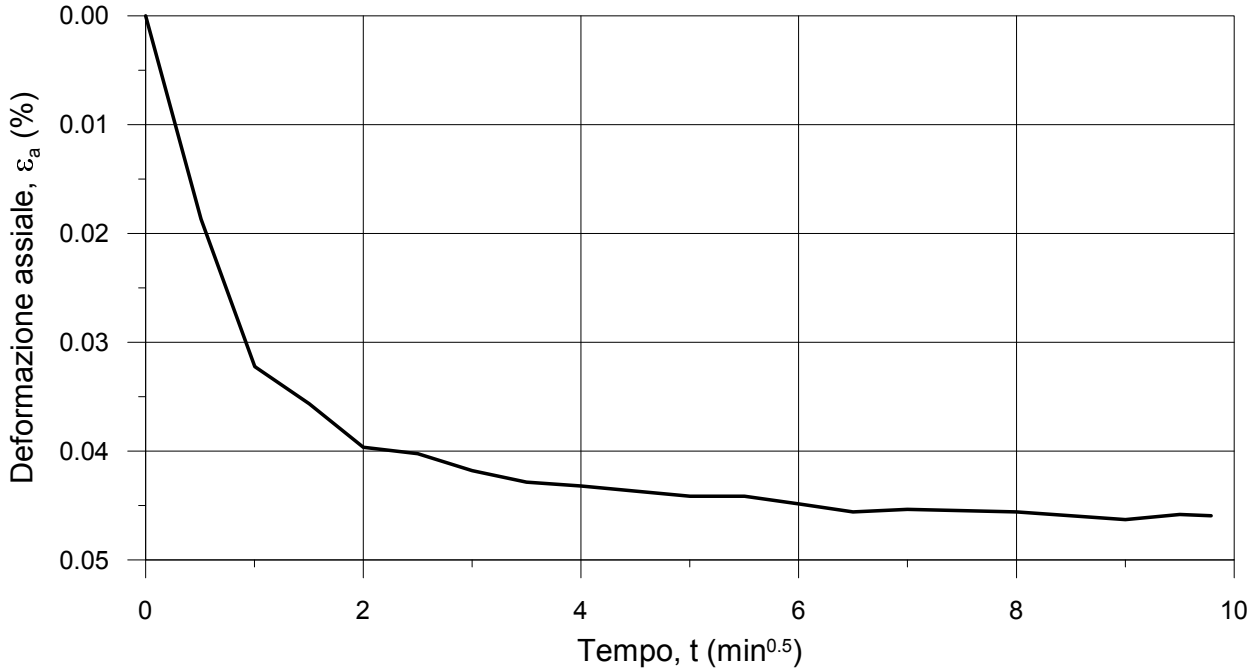
Test E08-1 Pag 3/7

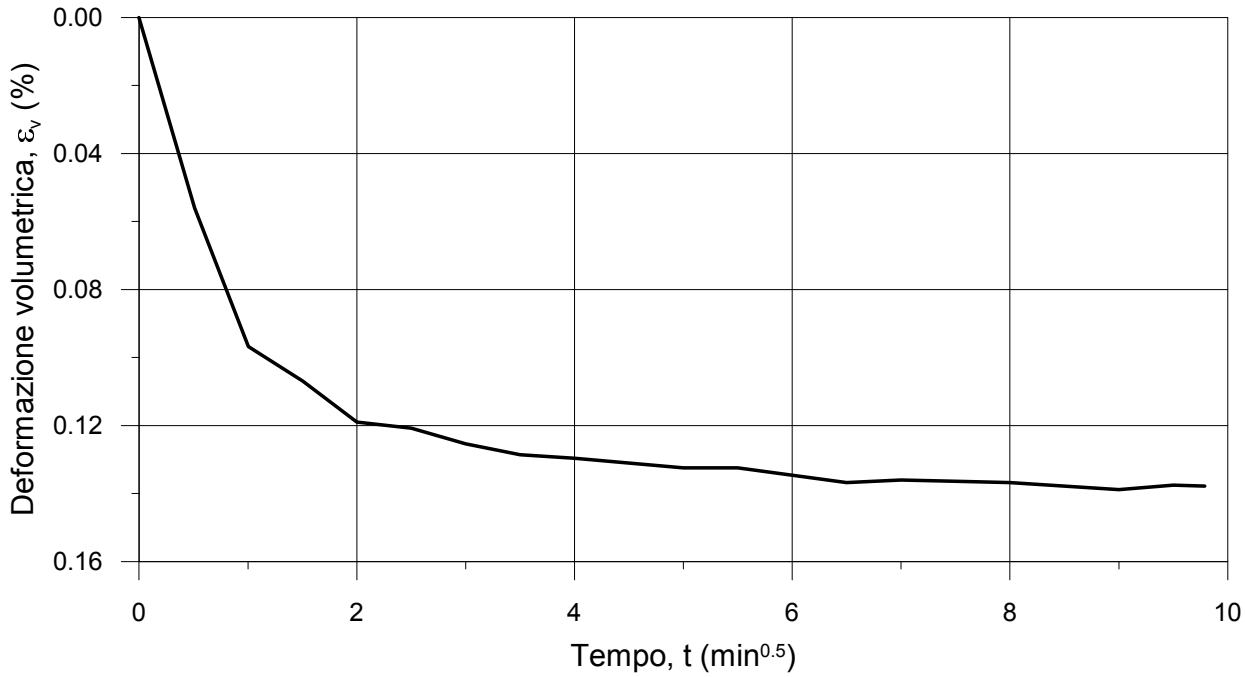
RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.3)
Profondità (m) : 12.4
Descrizione : Sabbia poco gradata

CONSOLIDAZIONE





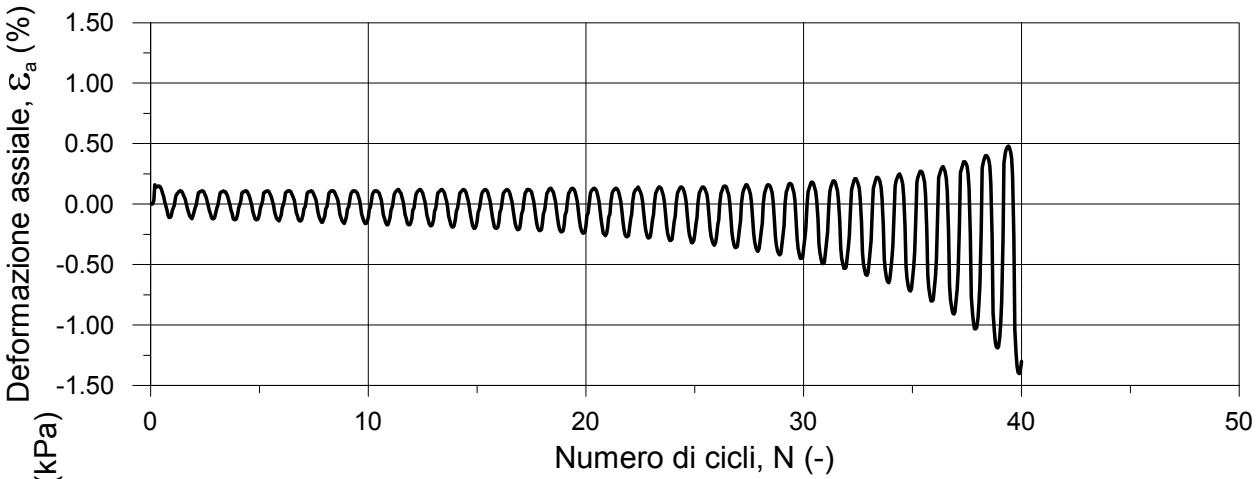
Test E08-1 Pag 4/7

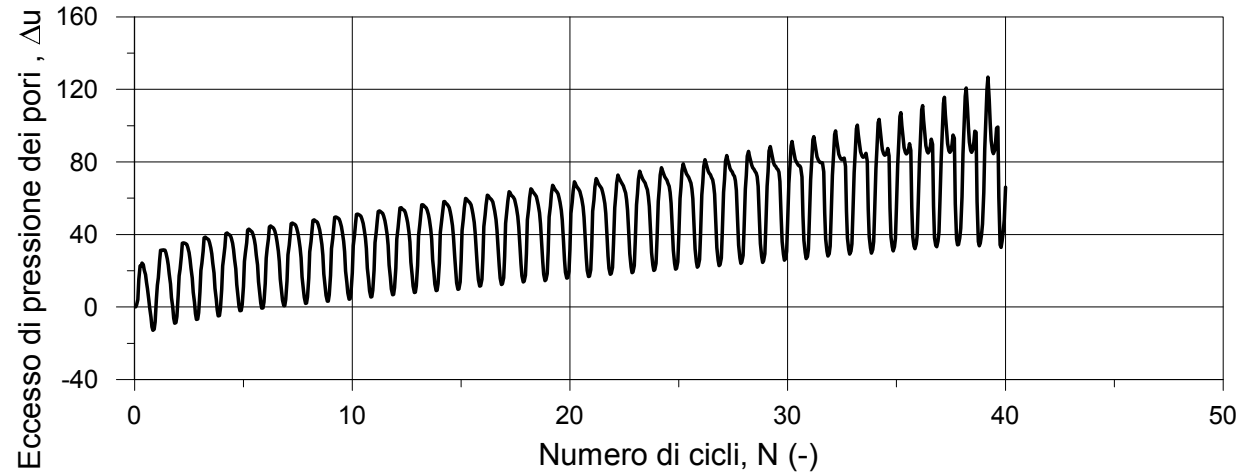
RINA Consulting - GET Srl

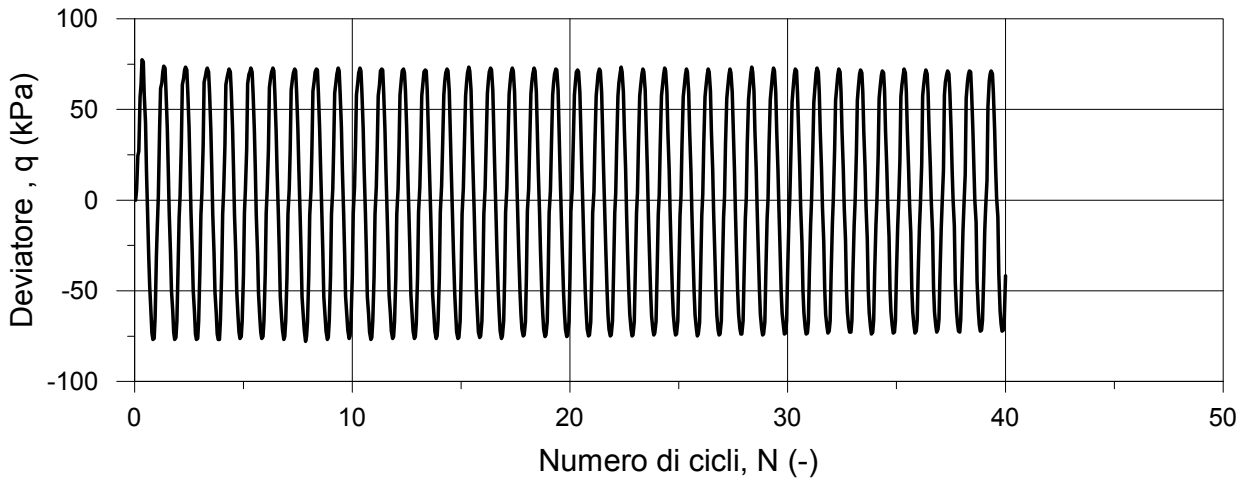
TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.3)
Profondità (m) : 12.4
Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA







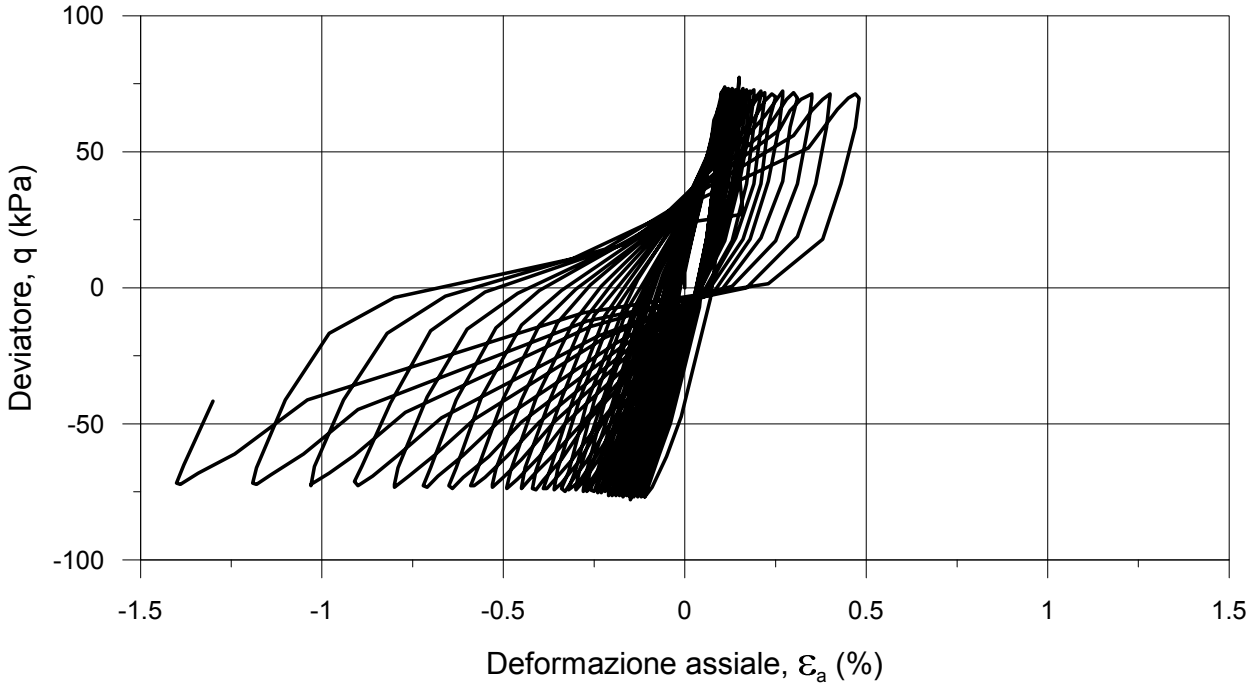
Test E08-1 Pag 5/7

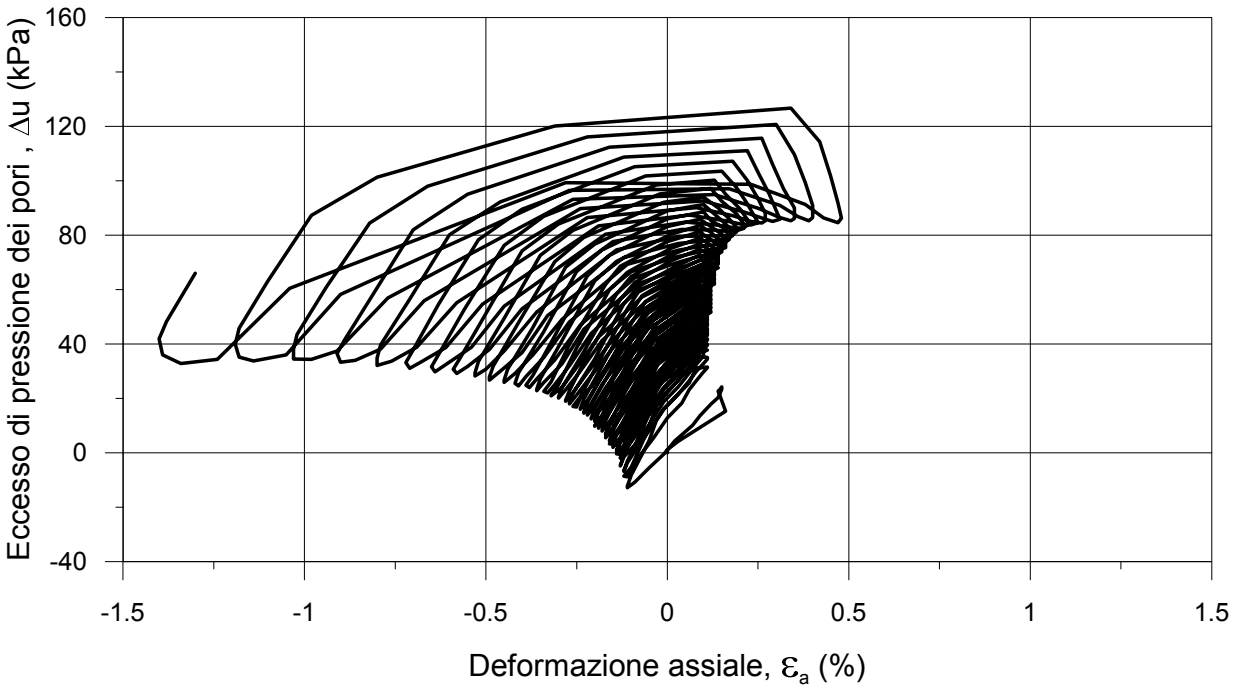
RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.3)
Profondità (m) : 12.4
Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA





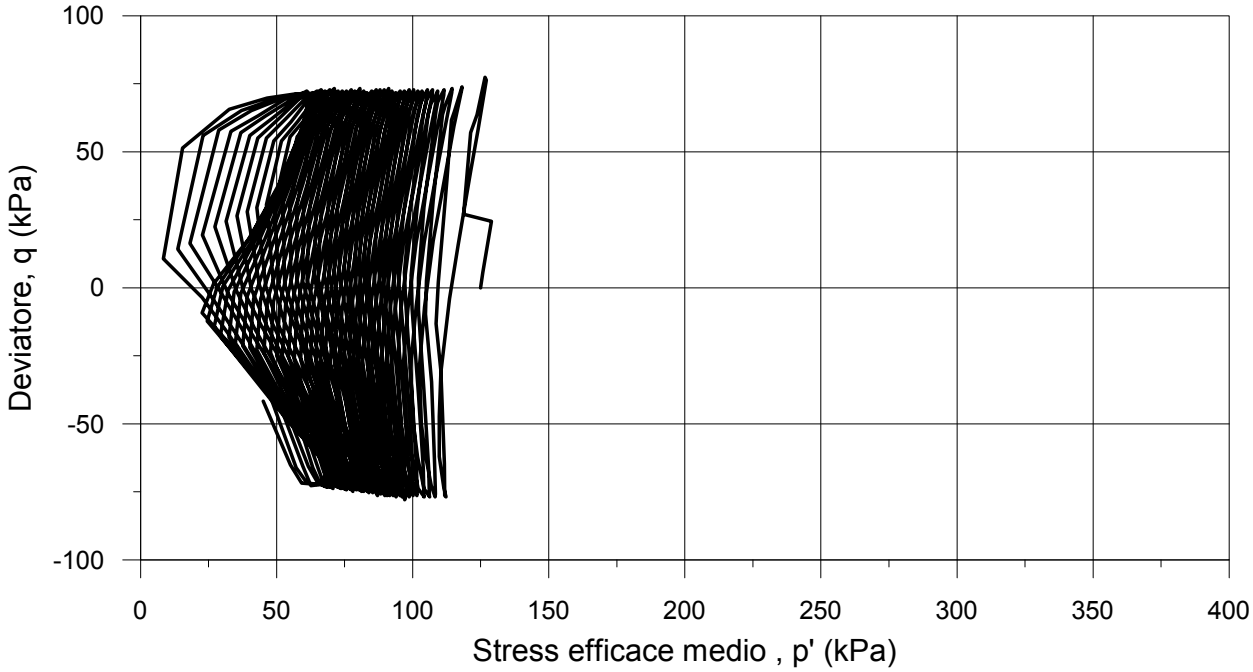
Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

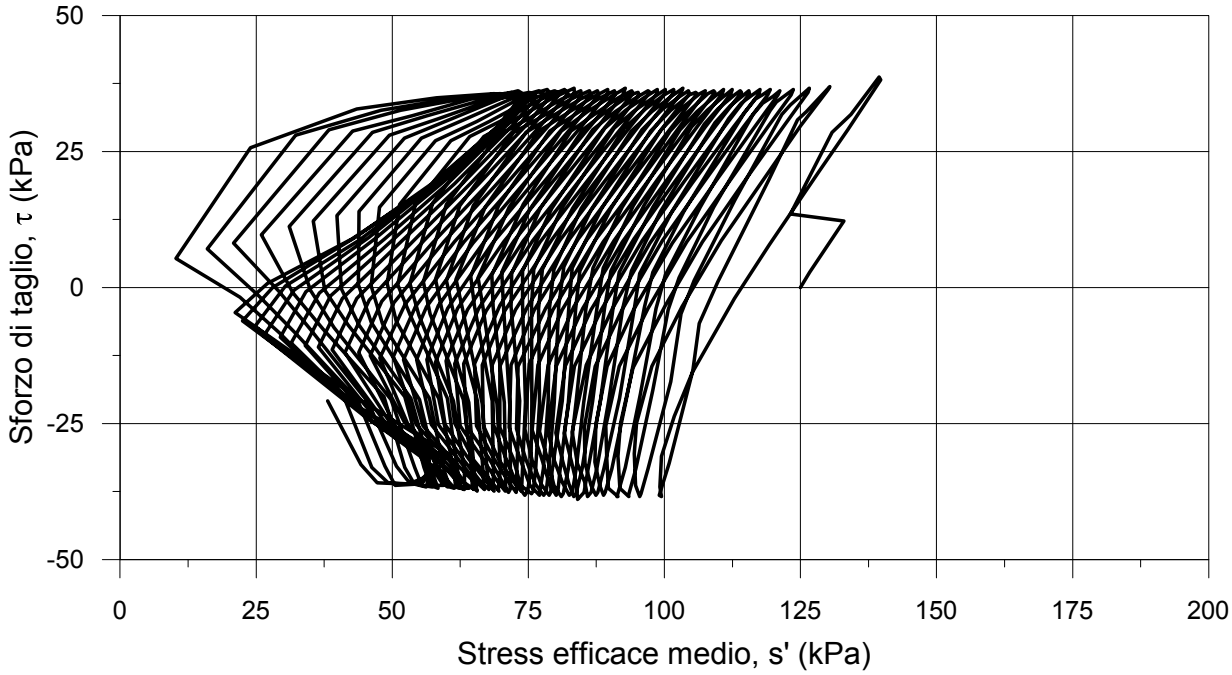
RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.3)
Profondità (m) : 12.4
Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA





Test E08-1 Pag 7/7

RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.35)
Profondità (m) : 12.4
Tipo di campione : Ricostruito
Descrizione : Sabbia poco gradata
Data di ricevimento : 07/12/2018
Data di esecuzione : 25/01/2019

Condzioni iniziali

	H (mm)	D (mm)	w_c* (%)	γ (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	G_s** (-)	e (-)	S (-)	n (-)
Prov. 1	100.0	50.0	10.5	16.84	15.23	2.700	0.739	0.38	0.42

* contenuto in acqua determinato dagli scarti di preparazione del provino ** stimato

Saturazione - Incrementi di Pressione di Cella e Back Pressure

Step (-)	$\sigma_{3\,fin}$ (kPa)	u_{fin} (kPa)	$\Delta\sigma_3$ (kPa)	Δu (kPa)	B (-)
1	100	43	100	43	0.43
2	200	109	100	66	0.66
3	350	221	150	112	0.75
4	500	343	150	122	0.81
5	550	391	50	48	0.96

Consolidazione (Condizioni Finali)

Back Pressure : **500** **(kPa)**

	σ_H' (kPa)	σ_V' (kPa)	σ_H' / σ_V' (-)	ΔH (mm)	ΔV (cm^3)	$\Delta H/H$ (%)	$\Delta V/V$ (%)	e (-)
stage 1	125	125	1.00	0.05	0.30	0.05	0.15	0.736

Note: DV e DH sono da intendere come valori cumulativi

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località :	COMUNE DI ANDORA
Id. Campione :	S3 Ci2 (CSR0.35)
Profondità (m) :	12.4
Tipo di campione :	Ricostruito
Descrizione :	Sabbia poco gradata

Rampa pre-ciclica in condizioni non drenate (Condizioni Finali)

Sforzo di taglio (τ)	(kPa)	-
Deformazione assiale (ε_a)	(%)	-
Stress assiale efficace (σ'_a)	(kPa)	-
Stress radiale efficace (σ'_r)	(kPa)	-
Eccesso di pressione dei pori (Δu)	(kPa)	-

Fase ciclica in condizioni non drenate

Sforzo di taglio medio (τ_{av})	(kPa)	0
Sforzo di taglio ciclico (τ_{cy})	(kPa)	43
Frequenza	(Hz)	1.00
Sforzo di taglio di riferimento (τ_{ref})	(kPa)	-

Valori finali

Numero di cicli (N)	(-)	15	Deformazione doppia ampiezza (ε_{da})	(%)	3.39
Deformazione assiale media (ε_{av})	(%)	-1.70	$\Delta u/\sigma_r$ (Ru)	(-)	1.02
Deformazione ciclica (ε_{cy})	(%)	1.65			

Rottura post-ciclica

Velocità di deformazione (%/ora) -

		Picco	ε_a=10%
Deviatore (q)	(kPa)	-	-
Deformazione assiale (ε_a)	(%)	-	-
Eccesso di pressione dei pori (Δu)	(kPa)	-	-
Sforzo di taglio medio (s')	(kPa)	-	-
Sforzo di taglio (t)	(kPa)	-	-

Contenuto in acqua finale (%) 27.26

Note:

Direttore tecnico Dott. Geol. Paolo Brasey Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

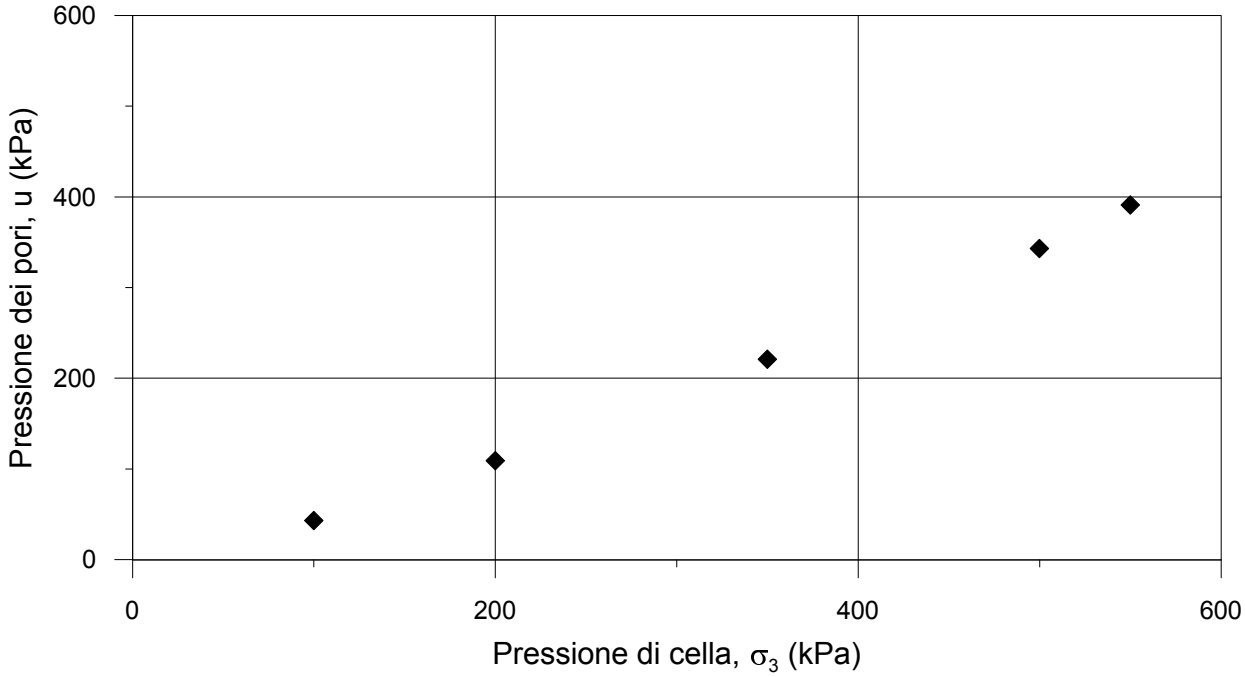
Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

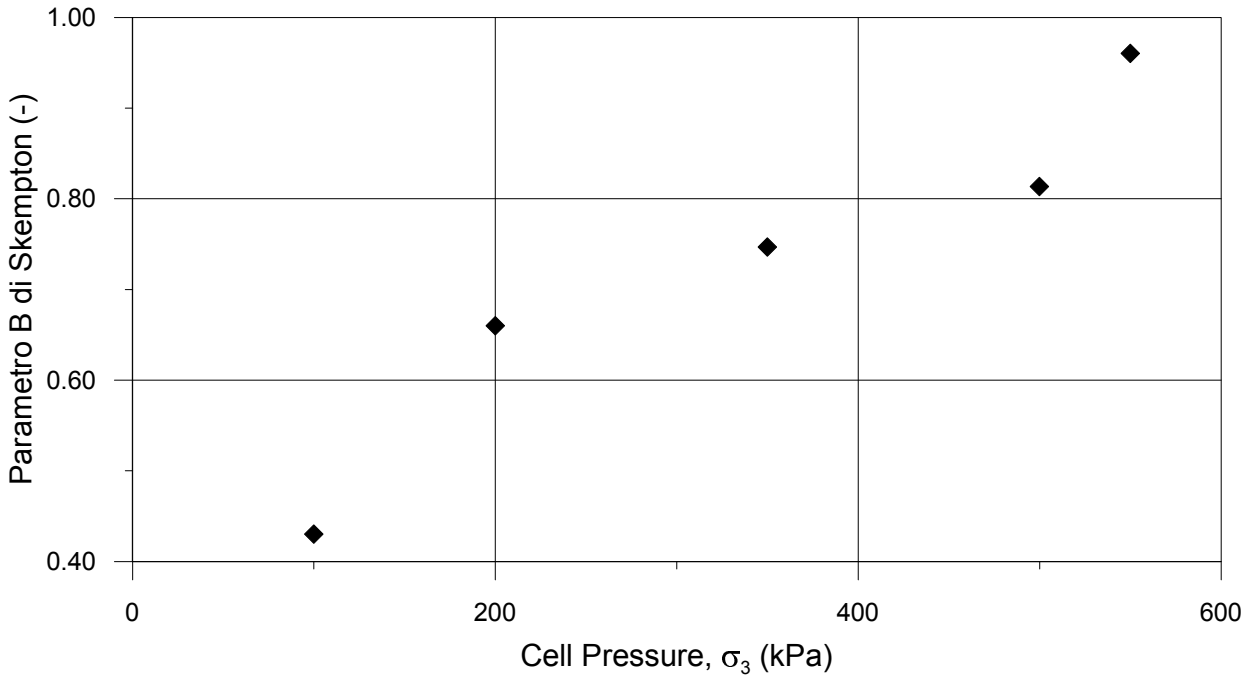
RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località :	COMUNE DI ANDORA
Id. Campione :	S3 Ci2 (CSR0.35)
Profondità (m) :	12.4
Descrizione :	Sabbia poco gradata

SATURAZIONE





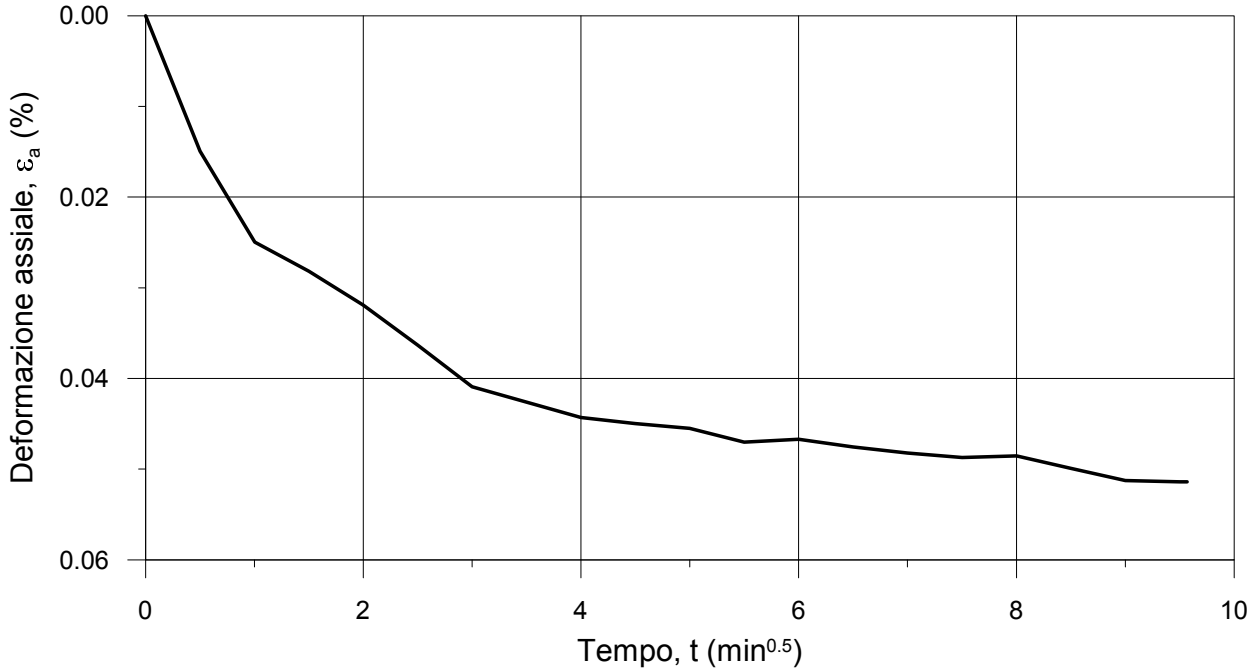
Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

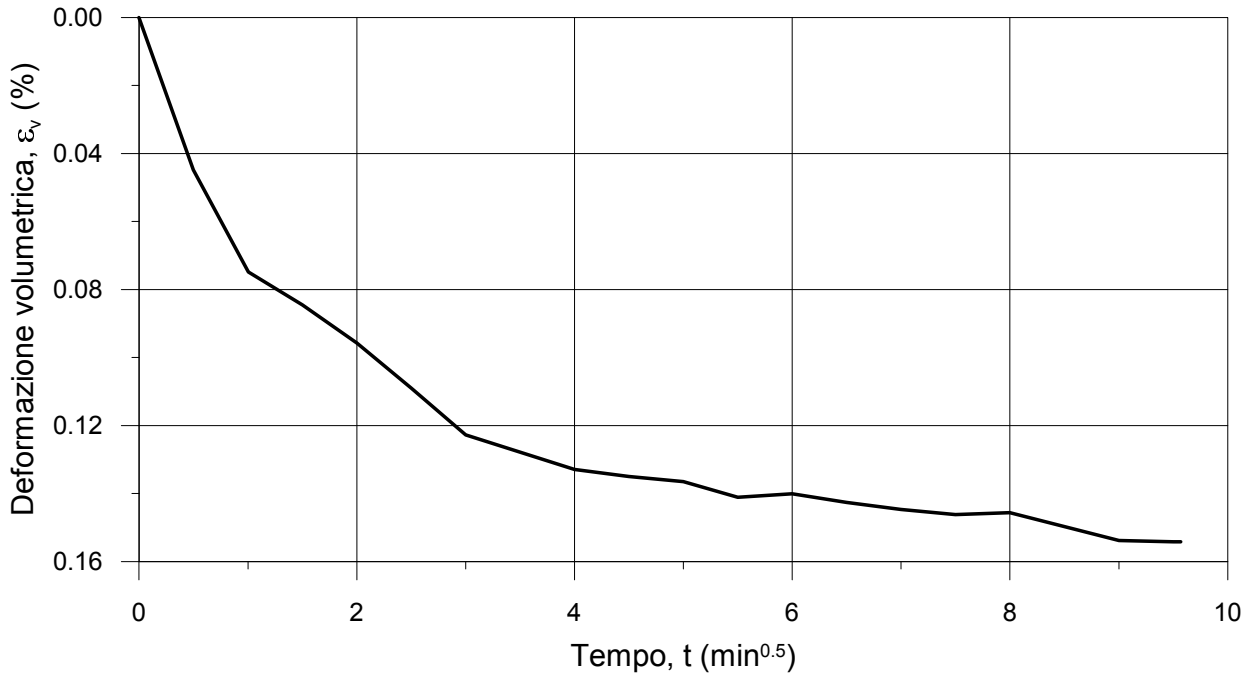
RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.35)
Profondità (m) : 12.4
Descrizione : Sabbia poco gradata

CONSOLIDAZIONE





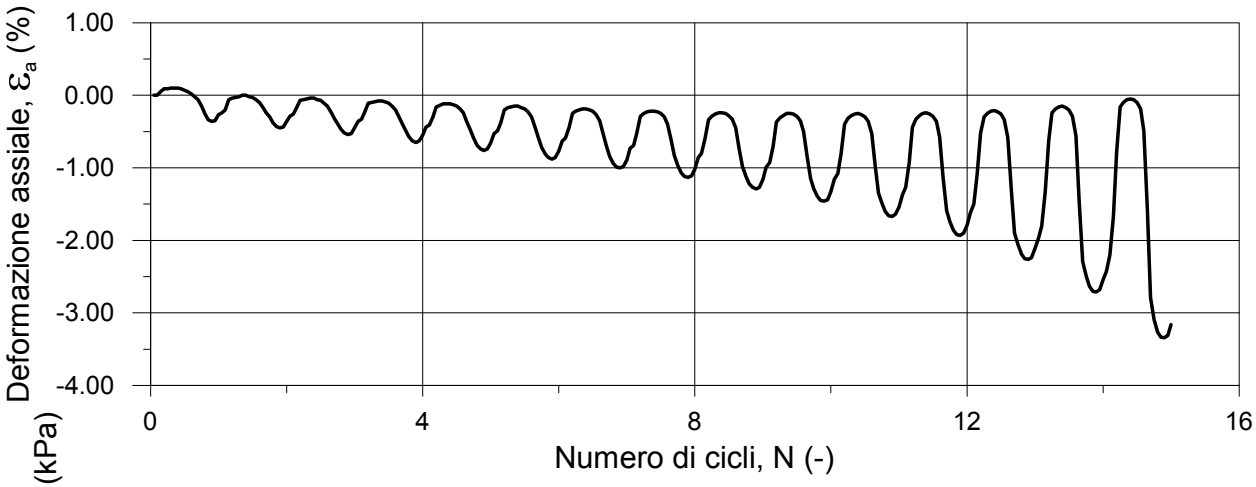
Test E08-1 Pag 4/7

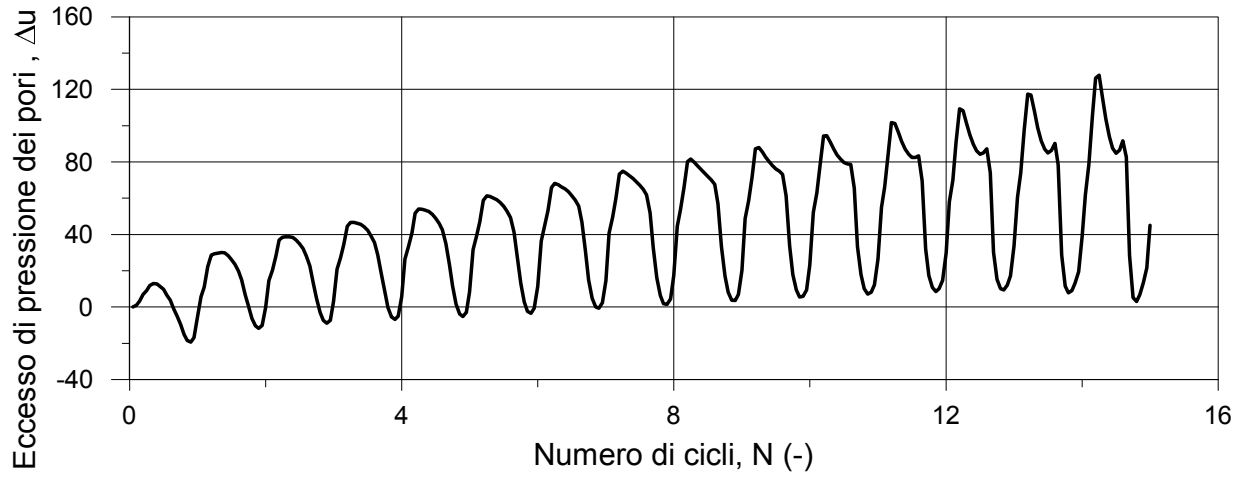
RINA Consulting - GET Srl

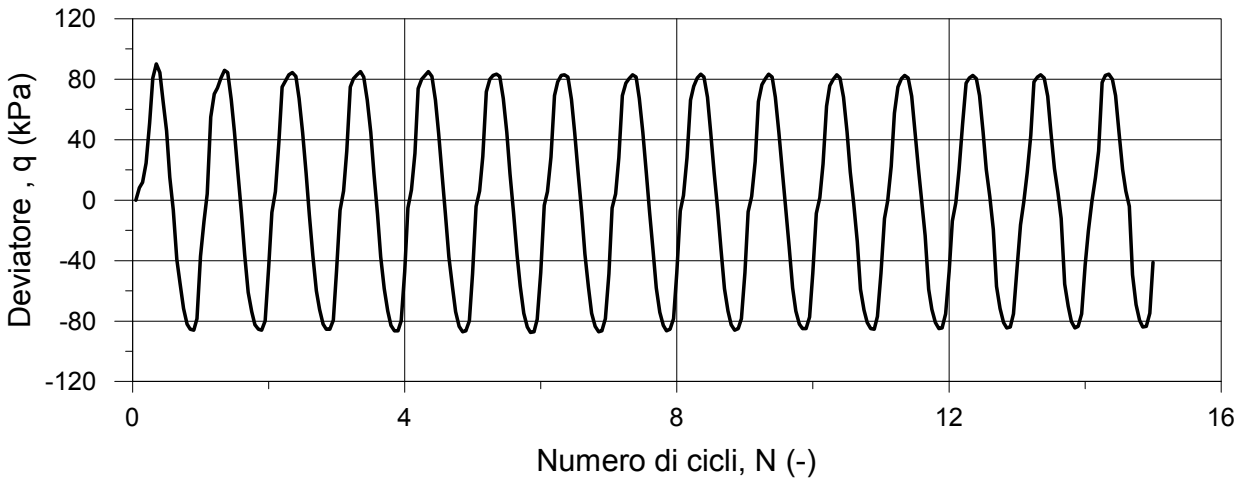
TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.35)
Profondità (m) : 12.4
Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA







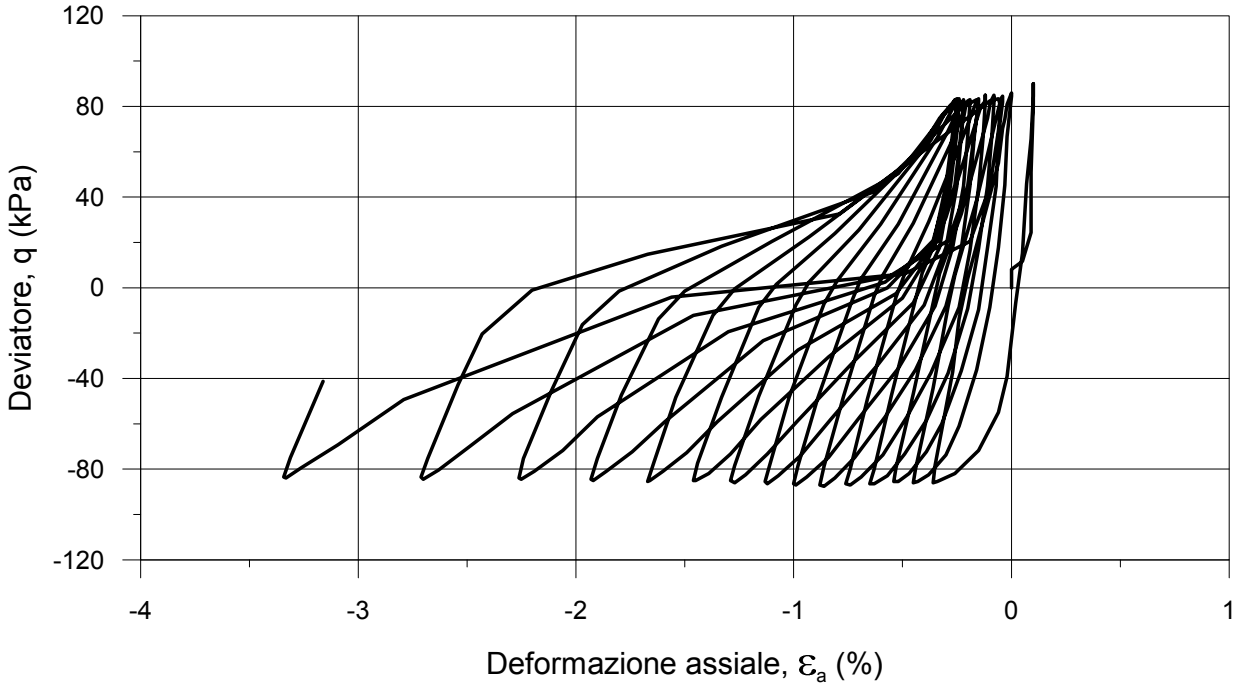
Test E08-1 Pag 5/7

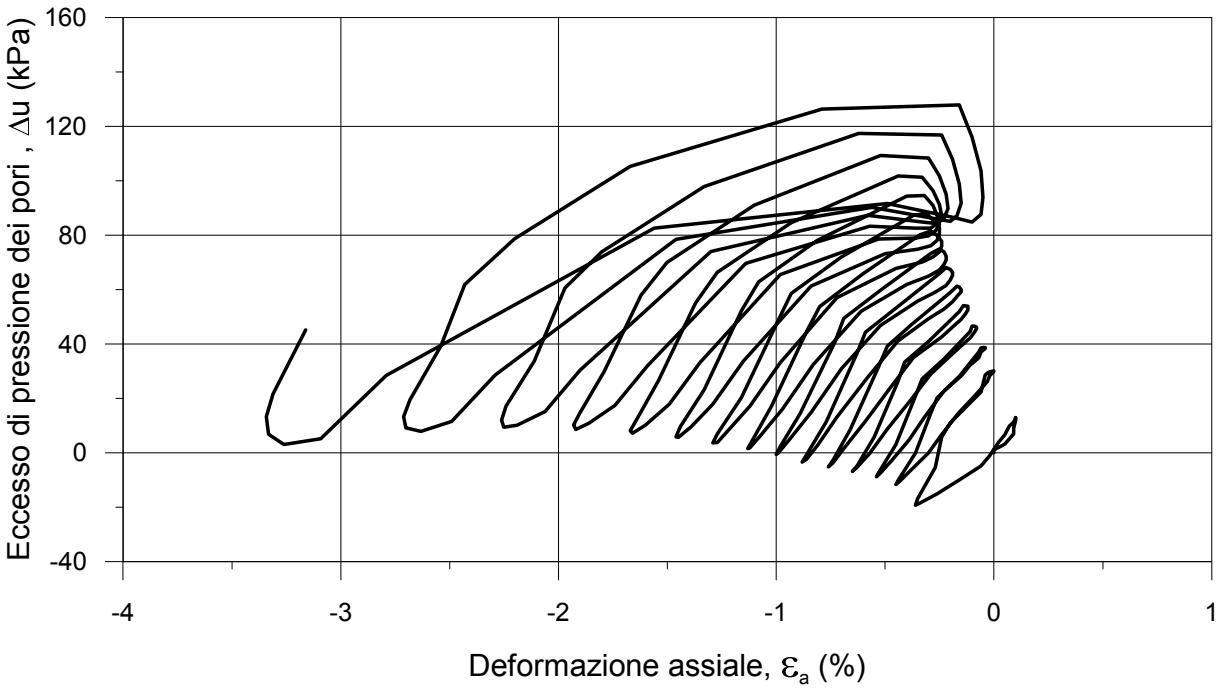
RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.35)
Profondità (m) : 12.4
Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA





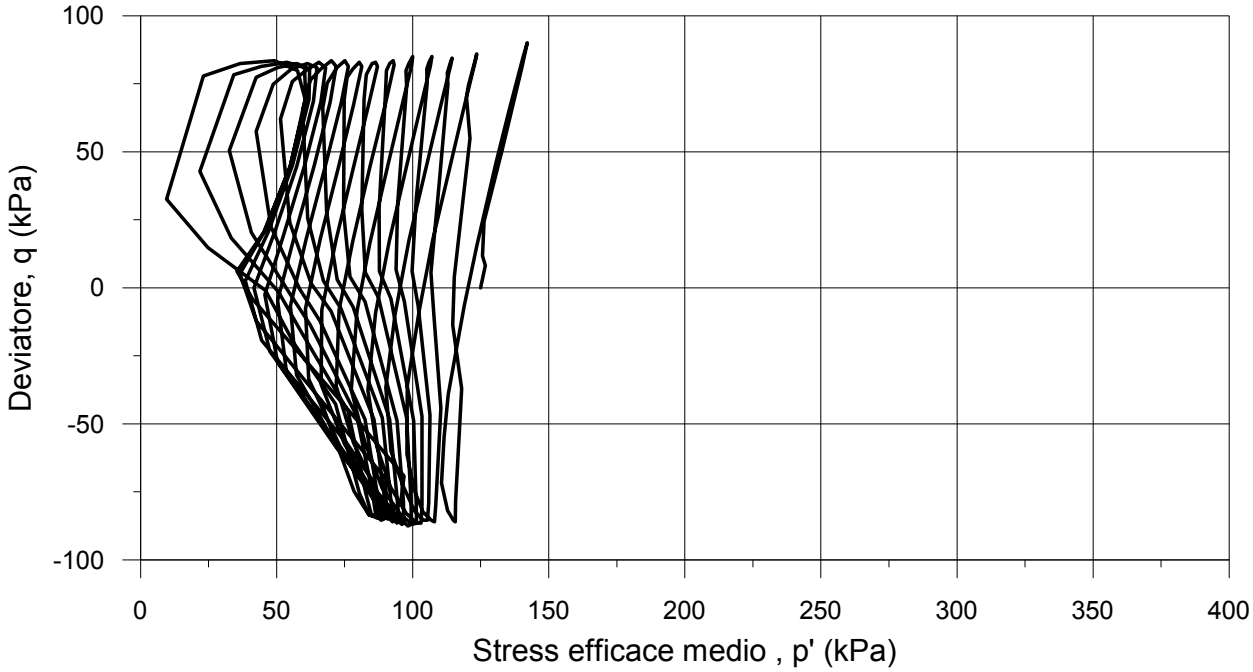
Test E08-1 Pag 6/7

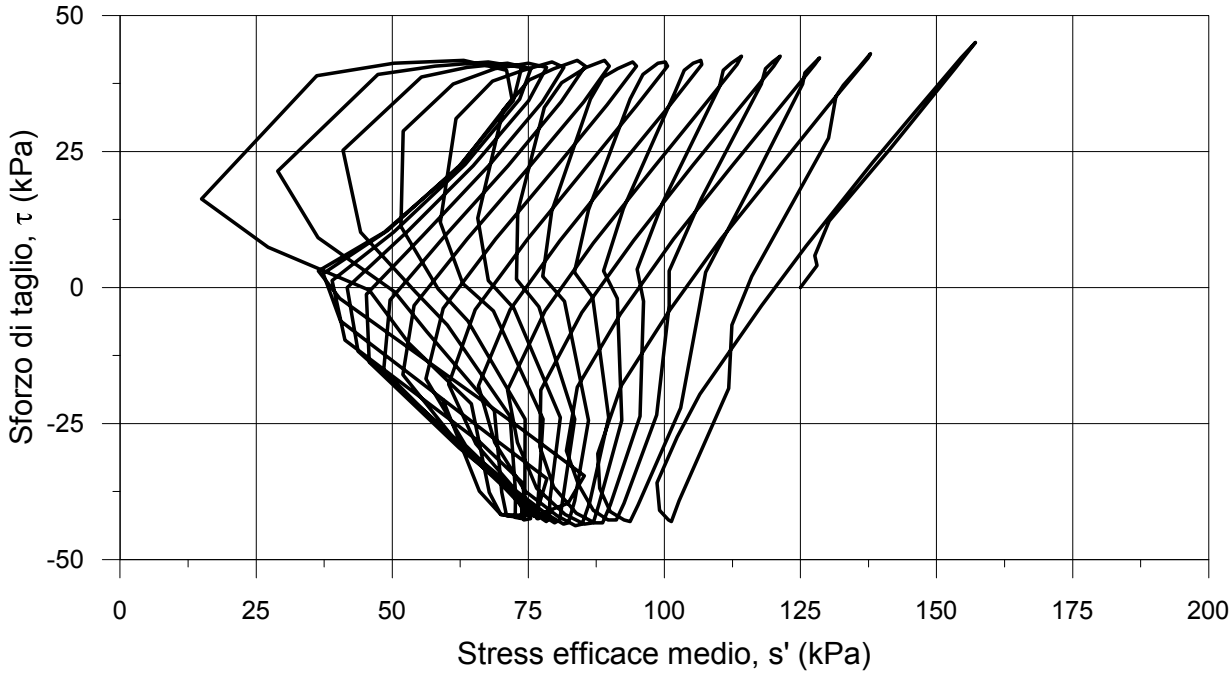
RINA Consulting - GET Srl

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA
Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.35)
Profondità (m) : 12.4
Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA





Test E08-1 Pag 7/7

M_INF.CSLP.REG_ATTI_INT_CONSUP.R.0000219.11-05-2018

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale

IL PRESIDENTE

Visto l'art. 20 della legge n° 1086 del 05.11.1971, concernente le "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica", che consente di autorizzare anche Laboratori non ufficiali ad effettuare prove sui materiali da costruzione;
Visto il D.P.R. 06.06.2001 n. 380, concernente il "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia";
Visto l'art. 59 del citato D.P.R. che consente di autorizzare anche laboratori non ufficiali ad effettuare prove su materiali da costruzione, comprese quelle geotecniche su terreni e rocce, come modificato dalla legge n.134 del 7.8.2012;
Visto il decreto legislativo 30 marzo 2001 n. 165, recante "Norme generali sull'ordinamento del lavoro alle dipendenze delle amministrazioni pubbliche" e successive modifiche ed integrazioni;
Vista la Circolare della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n.7618/STC dell'8 settembre 2010;
Vista la domanda in data 10.03.2017 con la quale la società "G.E.T. SRL" con sede in Genova, ha chiesto l'autorizzazione ad effettuare e certificare prove sulle terre e sulle rocce con estensioni;
Vista l'istruttoria effettuata con esito favorevole dal Servizio Tecnico Centrale;
Considerato che il Direttore responsabile del laboratorio possiede il titolo professionale richiesto;

D E C R E T A

Art.1 E' rilasciata alla società **"G.E.T. SRL"** con sede in Via Albisola, 64/66-16162 Genova-l'autorizzazione ad effettuare e certificare prove sulle terre e sulle rocce, ulteriormente estesa alle prove facoltative così definite ai sensi del punto 5 della Circolare 7618/STC e in particolare:

- Prove triassiali cicliche;
- Prove di densità in sito;
- Prove di carico su piastra;

Art.2 Il predetto laboratorio è soggetto al controllo di questo Ministero cui spetta di verificare il mantenimento delle condizioni di idoneità accertate.

Art.3 E' confermato l'obbligo del controllo esterno di taratura delle principali apparecchiature di misura di forza e spostamenti, da effettuarsi con frequenza almeno annuale da uno dei laboratori ufficiali di cui all'art. 59, comma 1, del D.P.R. 380/01 o da organismi terzi di taratura appositamente accreditati secondo i regolamenti vigenti nel settore. E' prescritta la stretta osservanza di tutte le disposizioni contenute nella normativa vigente; in particolare è indicato l'assoluto divieto di emettere certificati di prove che non siano state effettuate con il personale, con le attrezzature e con le procedure del laboratorio autorizzato. E' prescritto altresì: l'obbligo di esporre al pubblico copia del decreto di autorizzazione; l'adozione di stampati nei quali sia evidente l'identificazione del laboratorio che emette le certificazioni.

Art.4 Il Direttore responsabile del laboratorio è il Dott. Geol. Paolo BRASEY

Art.5 Per qualsiasi modifica della compagine societaria o dell'assetto proprietario, per l'eventuale sostituzione del direttore del laboratorio o degli sperimentatori, e per l'eventuale cambio di sede del laboratorio, dovrà essere preventivamente richiesto apposito nulla-osta al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

Art.6 L'autorizzazione ha validità quinquennale a decorrere dalla data del presente decreto e potrà essere rinnovata con successivo Decreto; la richiesta di rinnovo dovrà inderogabilmente essere inoltrata almeno sei mesi prima della data di scadenza, completa della documentazione necessaria alla valutazione della permanenza dei requisiti.

Art. 7 L'autorizzazione di cui al presente Decreto può essere sospesa o revocata in qualsiasi momento a seguito di accertate inadempienze o carenze del laboratorio, in particolare per eventuali sopravvenute carenze riguardanti la gestione del servizio, la correttezza e la competenza previste nell'esecuzione delle prove, le attrezzature, i locali ed il personale addetto, ovvero per accertate inadempienze rispetto alle prescrizioni di cui ai precedenti artt. 3 e 5.

IL PRESIDENTE
MASSIMO SESSA

Studio Associato di Ingegneria, Geologia e Architettura
Ing. Mauro Marchiano, Ing. Riccardo Torri, Geol. Vittorio Vezzaro
17051 Andora, via Cavour 30 --- tel.0182/684363 --- E-mail stingeo@libero.it

PROVINCIA DI SAVONA

COMUNE DI ANDORA

REPORT MASW

Il tecnico:
geologoVittorio Vezzaro (O.R.G.L. 222)

PREMESSE

Allo scopo di identificare i principali orizzonti sismostratigrafici relativi al sottosuolo del porto di Andora sono state approntate 4 stese sismiche di dodici geofoni per l'applicazione della tecnica masw.

In tutte le stese la tecnica masw è stata eseguita sia in andata che in ritorno, solo nella masw in andata del 3° stendimento non è stato possibile elaborare un diagramma di dispersione di facile interpretazione.

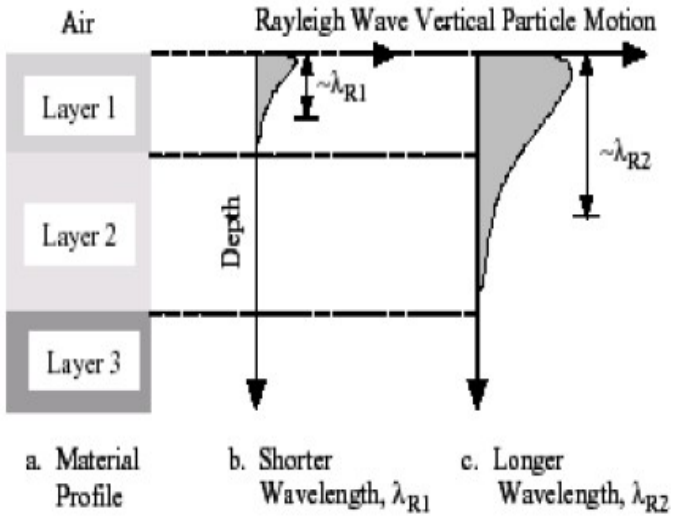
La disposizione delle stese è visibile nella planimetria in allegato.

METODODO MASW

Sintesi del metodo

Nel metodo MASW le onde superficiali (Rayleigh o Love) sono prodotte da una sorgente impulsiva (compressiva o di taglio) posta a piano campagna e vengono registrate da uno stendimento lineare composto da numerosi ricevitori posti a breve distanza (distanza intergeofonica). Come sorgente superficiale si è utilizzato un maglio da 10 Kg battente su un piattello in alluminio.

Il metodo sfrutta le caratteristiche delle onde di superficie: la velocità delle onde di Rayleigh e di Love è controllata dalla Vs del mezzo attraversato (Vsv per le onde di Rayleigh e Vsh per le onde di Love) inoltre la velocità di propagazione per una certa lunghezza λ (quindi frequenza) è influenzata dalle proprietà che il mezzo possiede fino a λ /2:



le alte frequenze pertanto sono influenzate dagli strati più superficiali mentre le basse frequenze sono interessate da quelli più profondi.

Questo metodo consente di ottenere una curva di dispersione in termini di velocità di fase / frequenza nel range generalmente compreso tra 1 e 60 Hz e fornisce informazioni sulla parte più superficiale di sottosuolo (in genere fino a circa 30-35 m di profondità in funzione della rigidezza del suolo).

L'acquisizione delle onde superficiali è stata eseguita mediante il Sismografo DoReMi a 12 canali con il metodo "alternato" supportato dal software di elaborazione Winmasw 2018 Academy: in tale metodo la sorgente è spostata (allontanata) di una lunghezza pari a metà della distanza intergeofonica (i geofoni restano immobili) simulando così un'acquisizione a 24 tracce (vedi fig. a)

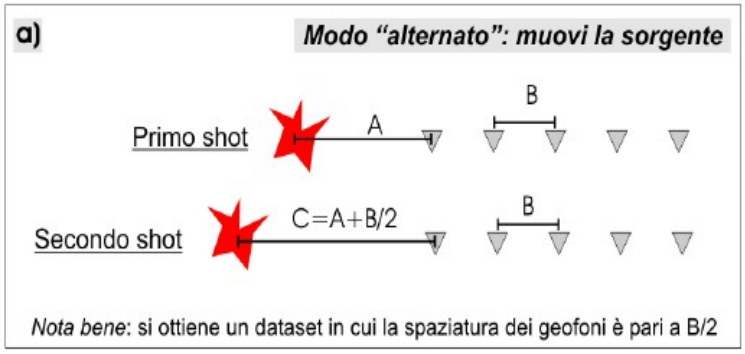


Tabella calcolo moduli elastici:

Modulo di Poisson (adimensionale)	$(V_P^2 - 2V_S^2)/[2(V_P^2 - V_S^2)]$
Modulo di Young (in Pa)	$\rho V_S^2 (4 - 3k^2)/(1 - k^2)$
Modulo di Taglio (in Pa)	ρV_S^2
Modulo di Lamé λ (in Pa)	$\rho V_S^2 (k^2 - 2)$
Modulo di Compressione (in Pa)	$\rho V_S^2 (k^2 - 4/3)$

dove:
$k = V_P/V_S$ (adimensionale)
ρ = densità (Kg/m^3)
V_S e V_P = velocità onde di taglio e compressionali in m/s

Chiaramente per convertire valori espressi in Pascal (Pa) in valori in MegaPascal (MPa) è sufficiente dividere il numero per 10^6 (Mega = 1 milione)

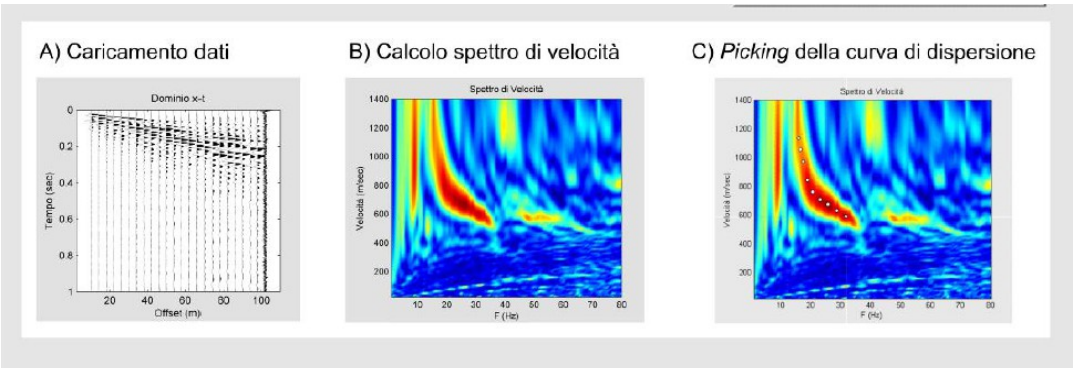
Geometrie adottate per le stese sismiche:

N° geofoni	12+12
Frequenza	4,5 Hz
Spaziatura tra i geofoni	3m (1,5m con il metodo alternato);
Distanza sorgente 1° geofono (offset)	1°masw andata (13.5m); 1° masw ritorno (18,5m) 2°masw andata (12m); 2° masw ritorno (12m) 3°masw andata (12m); 4°masw andata (20m); 4° masw ritorno (20m)

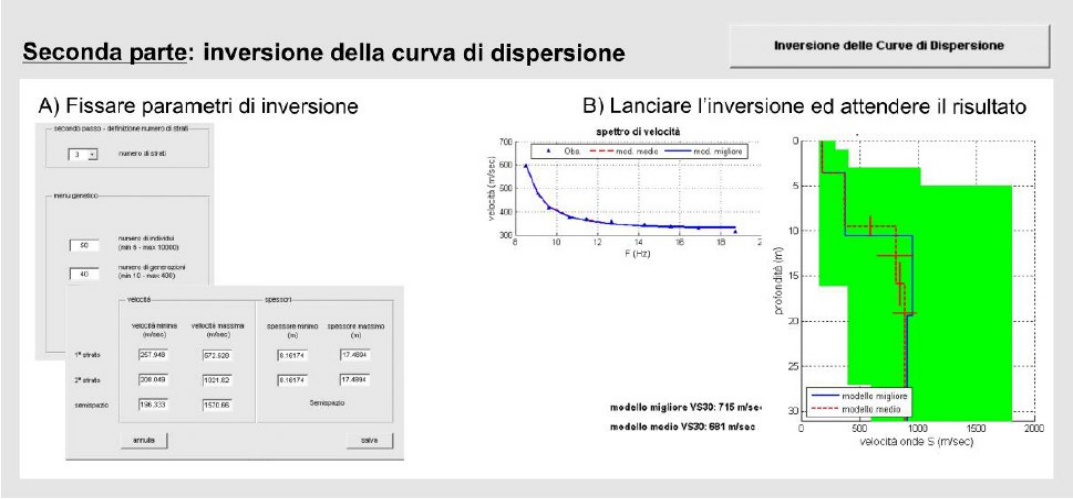
Modellazione

In termini del tutto generali l'analisi delle onde di superficie avviene in 2 passi fondamentali:

1) determinazione dello spettro di velocità sul quale l'utente deve identificare la curva di dispersione.



2) picking e inversione o modellazione diretta della/e curva/e di dispersione.



In alternativa al picking e conseguente inversione automatica, si può procedere con la "modellazione diretta".

Sotto lo spettro di velocità è presente la sezione di "modellazione" grazie alla quale è possibile calcolare le curve di dispersione di un modello fino a sette strati i cui parametri sono fissati direttamente dall'utente.

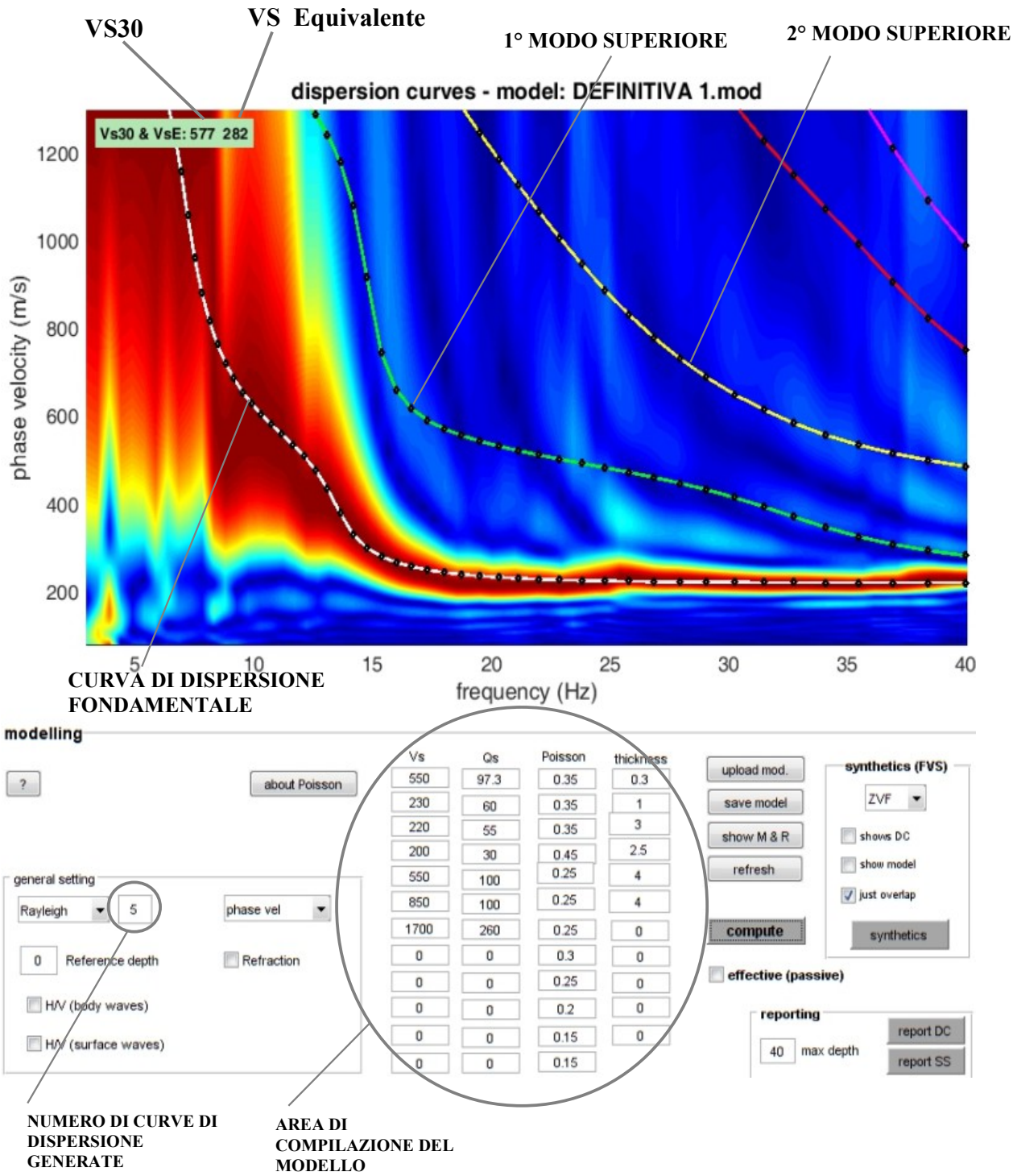
Lo scopo è ottenere una valutazione di un possibile modello rispetto allo spettro osservato: ad ogni modello impostato il programma associa precise curve di dispersione che vengono tracciate sul diagramma.

Il software di default propone le curve di dispersione relative al modo fondamentale e i primi due superiori ma se ne possono inserire molte altre, inoltre il calcolo del Vs30 / Vs equivalente può essere impostato dall'utente alla profondità del piano di fondazione delle strutture.
E' possibile inserire un modello arbitrario, caricare un modello ottenuto da una precedente inversione o determinato da una precedentemente modellazione.
Qualunque sia il modello di partenza scelto, lo scopo è quello di perfezionarlo "per tentativi" modificando opportunamente potenze e Vs degli strati in modo tale da creare curve sintetiche che ricalchino le zone del diagramma a segnale più intenso (aree rosse).
La scelta del modello base è una fase della modellazione diretta da non sottovalutare poiché influenzerà in modo decisivo il risultato finale. Soprattutto in caso di diagrammi di dispersione particolarmente ambigui è necessario impostare un modello di partenza che rispetti le informazioni geologiche già a disposizione della zona.
E' inoltre possibile fissare diversi valori del rapporto di Poisson (in modo da modificare il rapporto VP/VS).

Il modello elaborato è puntale e deve essere considerato come una stratigrafia di orizzonti sismici piano paralleli riferiti al punto mediano della stesa sismica.

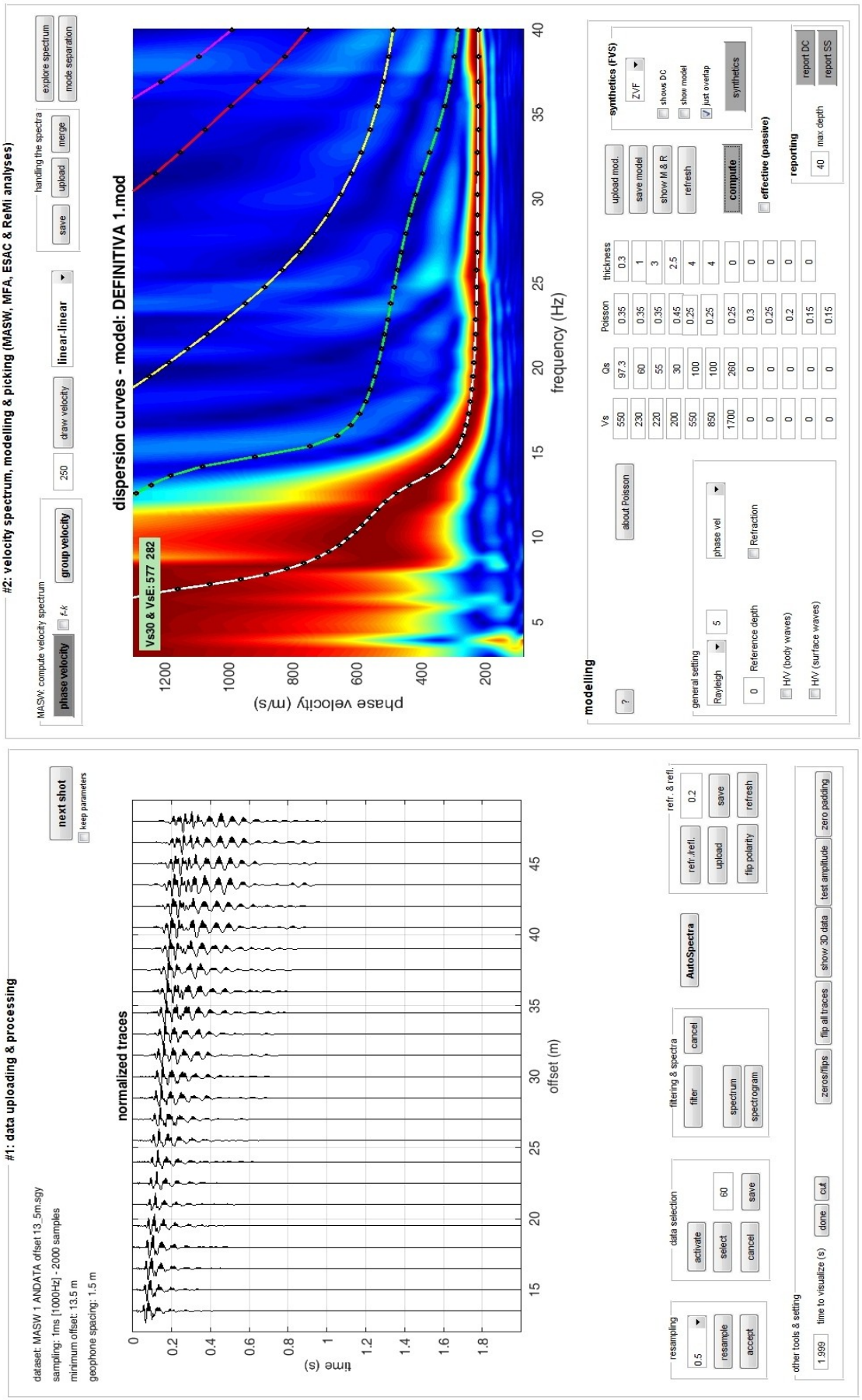
Va considerato che situazioni geologiche diverse da quelle ideali sopra descritte complicano fortemente l'interpretazione della prova fino a renderla in alcuni casi veramente molto problematica.

Di seguito sono evidenziate le aree specifiche del software:



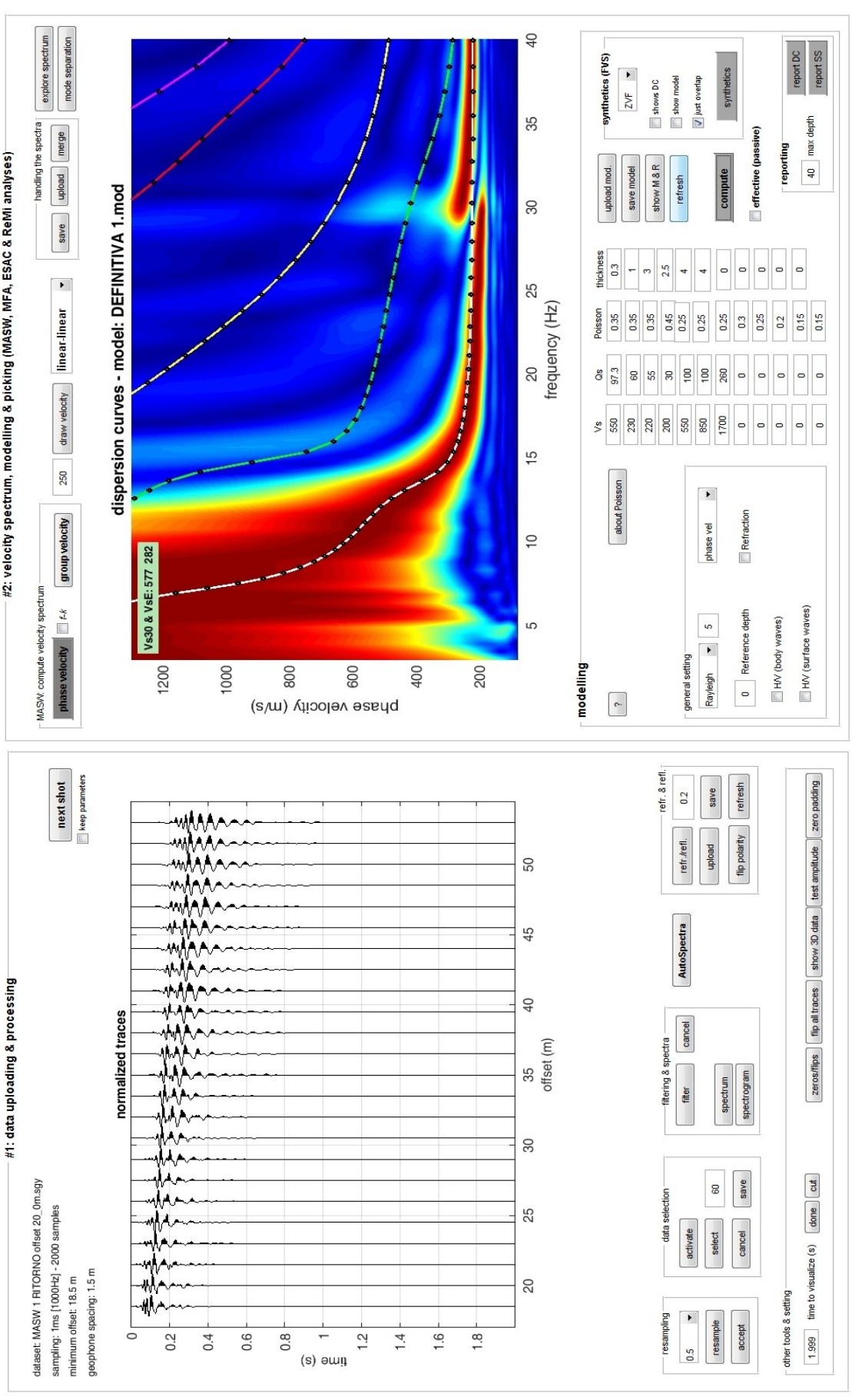
Risultati

Di seguito si riportano gli elaborati della prova MASW in termini di frequenza velocità di fase eseguita utilizzando il software WINMASW 2018 Academy.



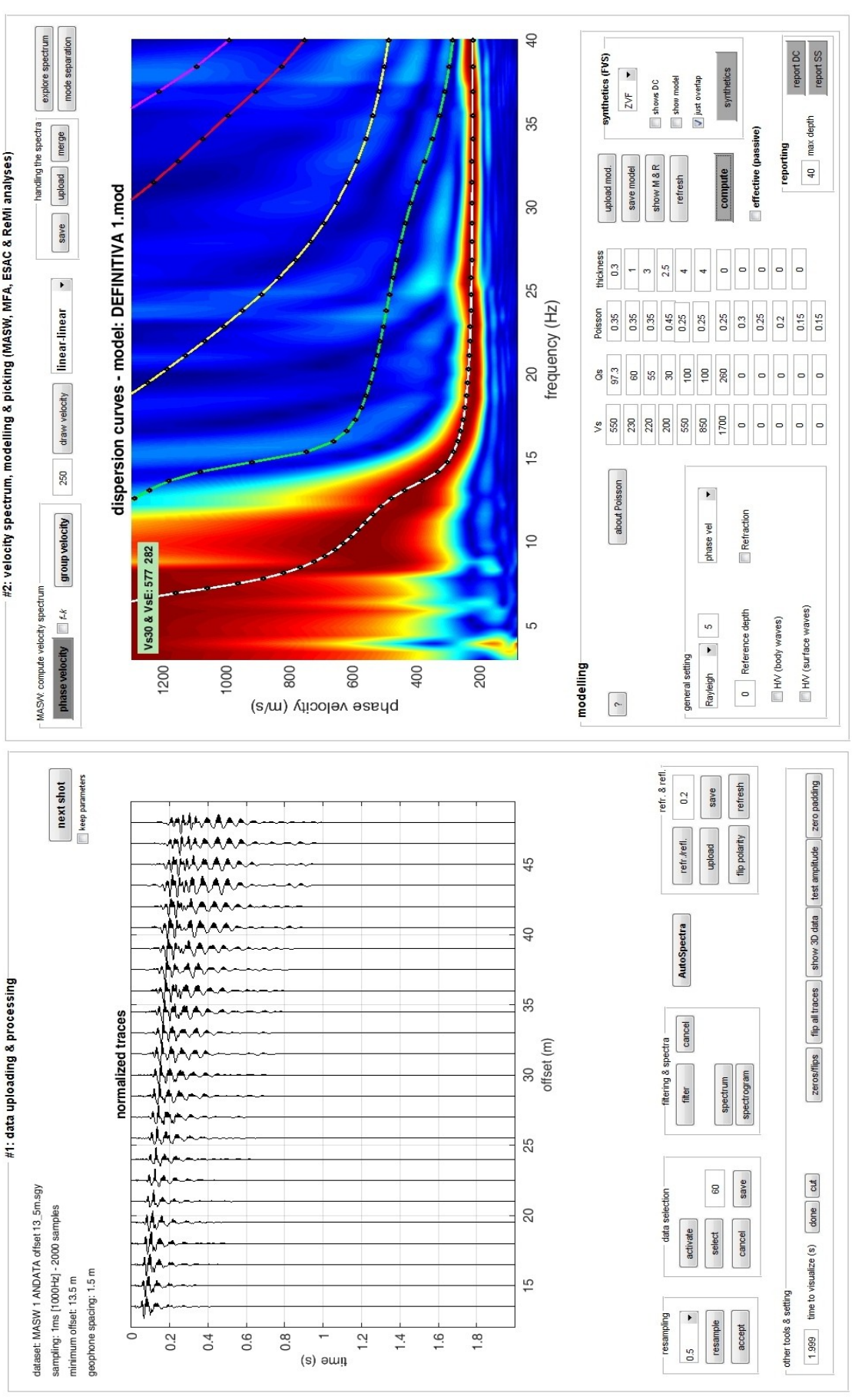
MASW 1 ANDATA

(Diagramma frequenze-velocità di fase con curve di dispersione)



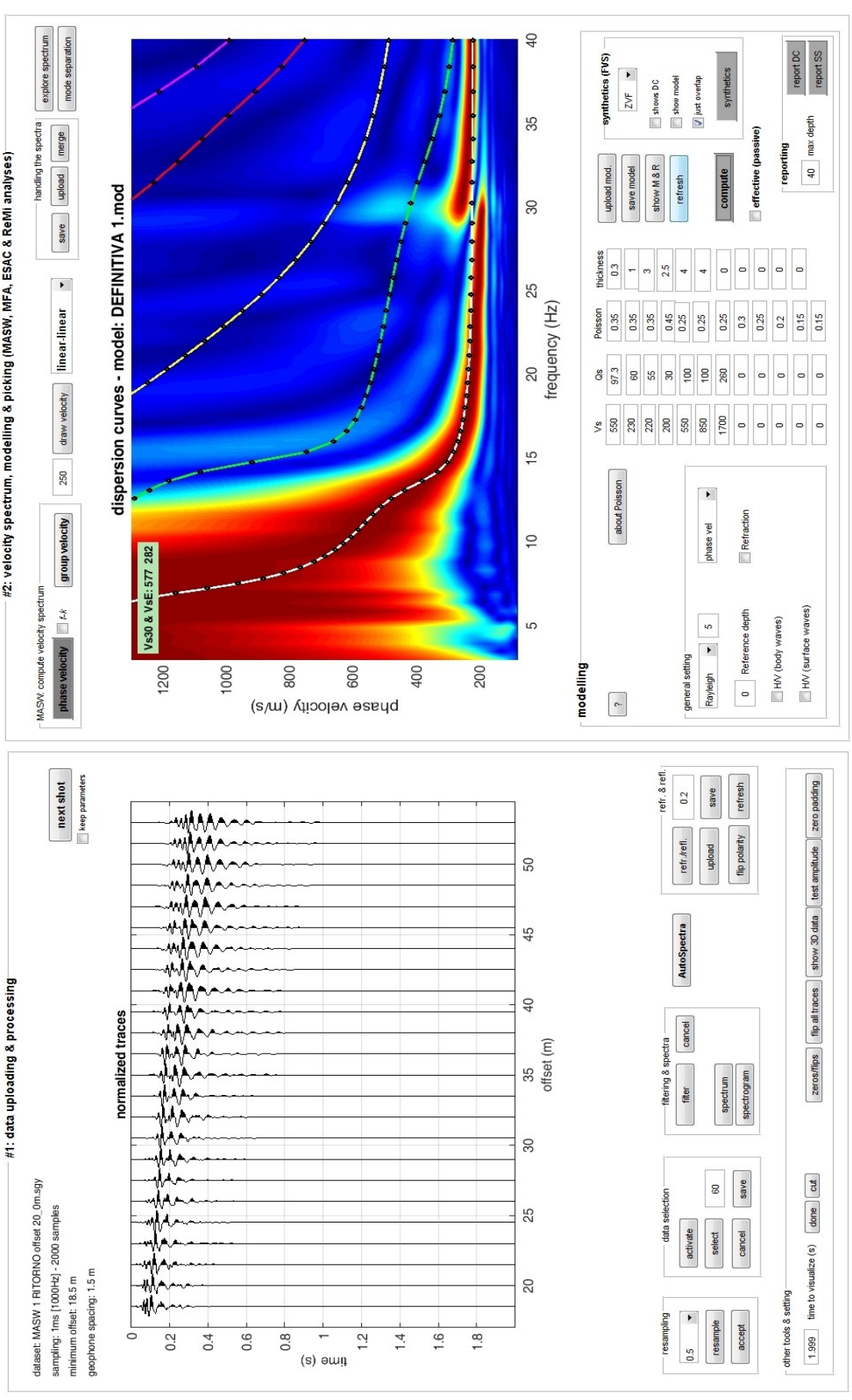
MASW 1 RITORNO

(Diagramma frequenze-velocità di fase con curve di dispersione)



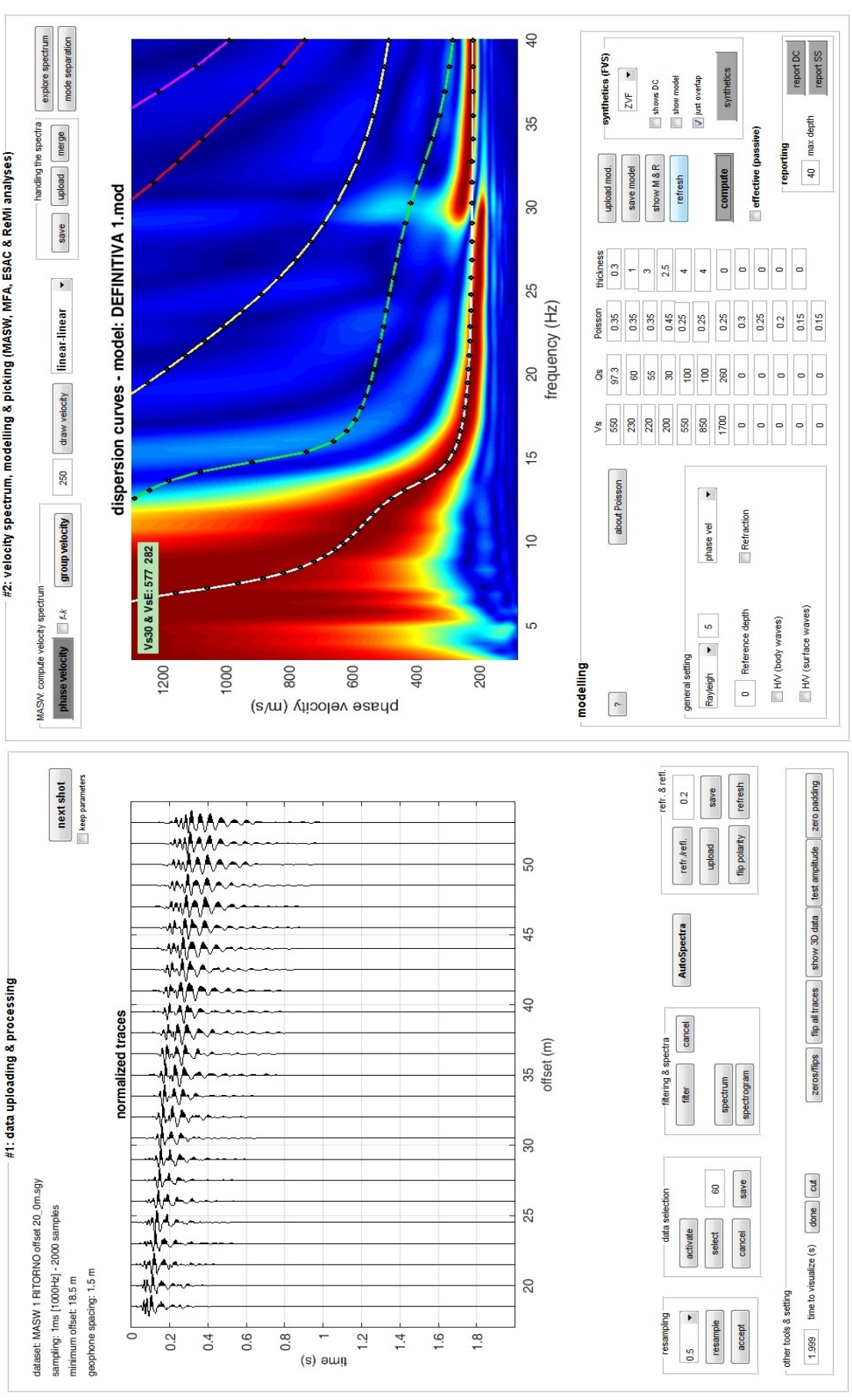
MASW 2 ANDATA

(Diagramma frequenze-velocità di fase con curve di dispersione)



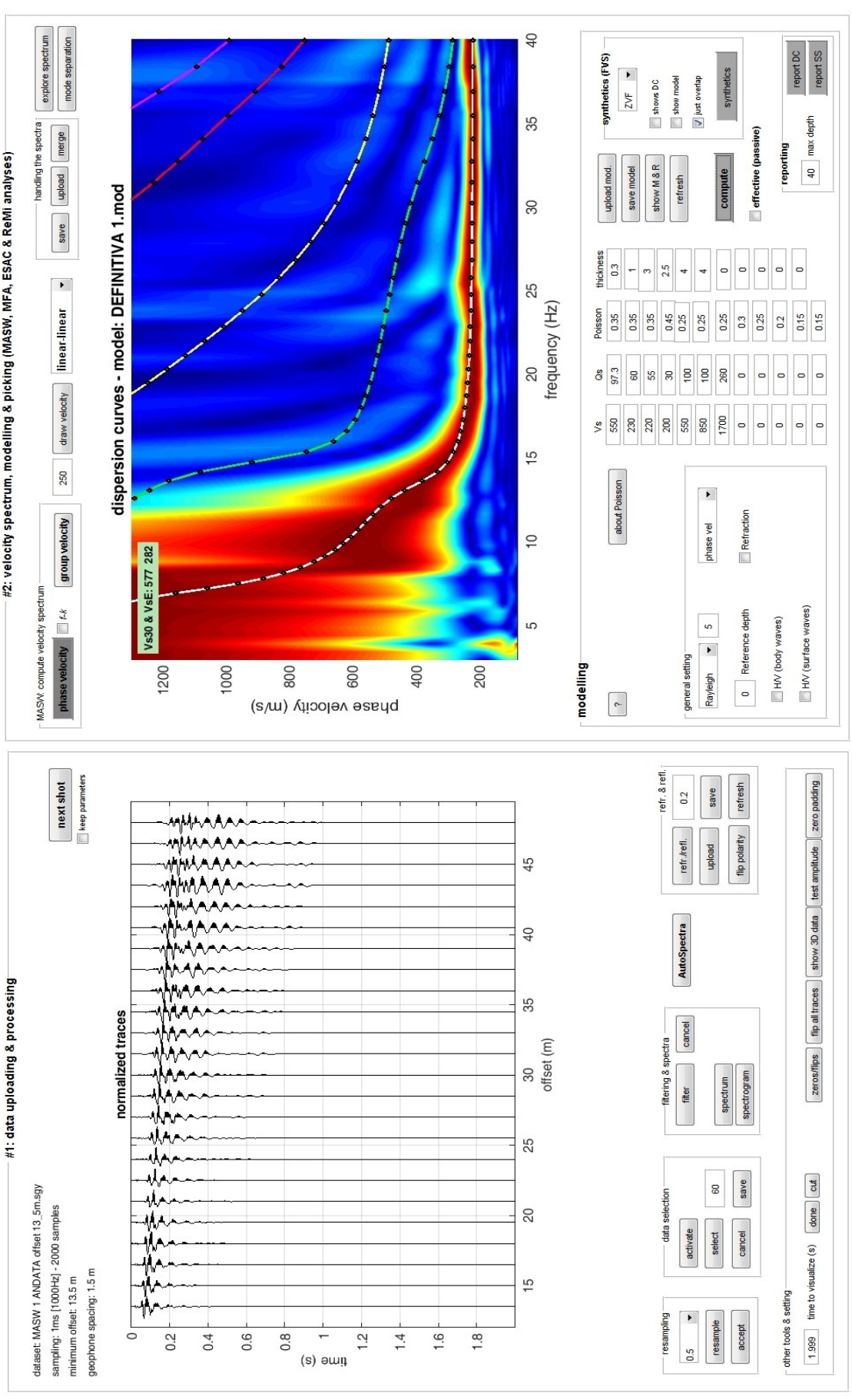
MASW 2 RITORNO

(Diagramma frequenze-velocità di fase con curve di dispersione)



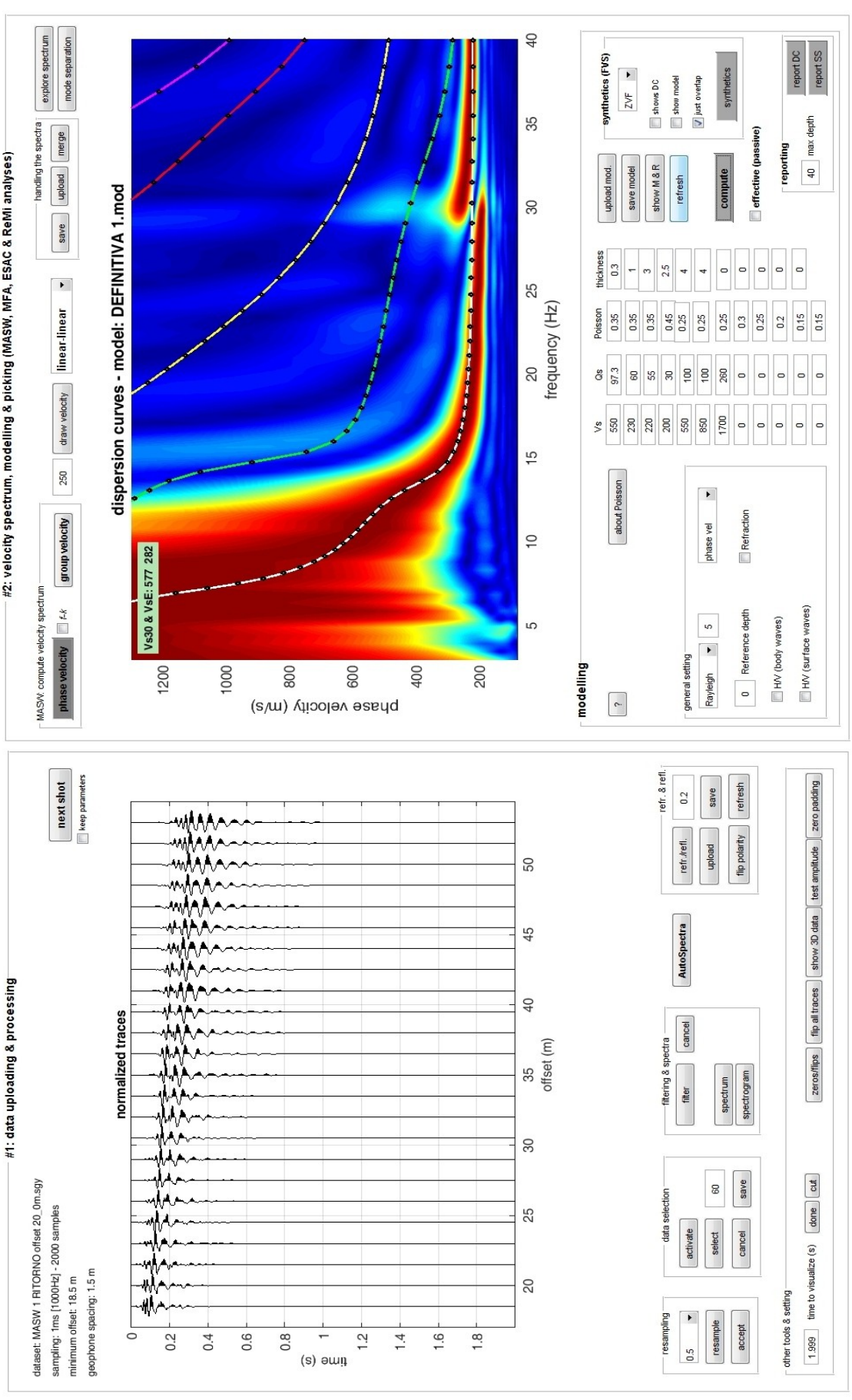
MASW 3 RITORNO

(Diagramma frequenze-velocità di fase con curve di dispersione)



MASW 4 ANDATA

(Diagramma frequenze-velocità di fase con curve di dispersione)



MASW 4 RITORNO

(Diagramma frequenze-velocità di fase con curve di dispersione)

INTERPRETAZIONE

Con la sola eccezione della terza stesa è stato possibile elaborare un unico modello sismostratigrafico tra andata e ritorno dello stesso stendimento di geofoni. Eseguire la prova masw nelle due direzioni dei geofoni consente di confermare la piena applicabilità della tecnica quando si generano diagrammi di dispersione molto simili e si ha quindi la presenza di sismostrati piano paralleli. Nel caso in cui si generano due diagrammi di dispersione con incongruenze e/o lacune di segnale in alcune bande di frequenze, sebbene non sia la condizione ideale, è sempre possibile elaborare un unico sismomodello le cui curve di dispersione si addattino bene in entrambi di diagrammi.

Nelle fasi preliminari di elaborazione, il modello di partenza di ogni masw è stato compilato rispettando le informazioni stratigrafiche disponibili nell'immediato intorno della stesa sismica (sondaggi ed altre prove geofisiche). Apportando precise modifiche, si è giunti ad un modello finale che soddisfa i criteri di fittaggio su entrambi i diagrammi di dispersione (andata e ritorno) ovvero modelli le cui curve di dispersione ricalcano le zone a più alta energia (aree rosse nel diagramma).

In particolare le masw 1 e masw 2 sono state correlate con il sondaggio S1 mentre la masw 4 è stata correlata con il sondaggio S3 ed S4. La posizione del substrato (orizzonte con Vs>800m/s) risultata dalla diverse prove masw, considerati i limiti del metodo geofisico e la diversa posizione delle indagini, ben si relaziona con quanto evidenziato dalle stratigrafie:

1. - S1 individua un substrato a poco più di 7 metri di profondità dal piano campagna e le masw posizionano un sismostrato con Vs > 800m/s a poco meno di 7 metri nella 1° masw e poco meno di 6 metri nella 2° masw;
2. - S3 ed S4 si approfondiscono rispettivamente di 22,4 metri e 29 metri dal piano di campagna (superficie del molo) senza individuare un orizzonte stratigrafico di roccia massiva ma solo un livello di transizione associabile a cappellaccio di alterazione e/o clasti di pezzatura fortemente variabile in matrice sabbio-limosa;
3. - La 3° masw individua un orizzonte con Vs > 800m/s a poco più di 4 metri dal piano di campagna. Tale discontinuità è sempre correlabile ad S1 se si considerata che la posizione della stesa si trova a circa 20 metri più a monte del sondaggio stesso.

Dai modelli proposti si elaborano le seguenti $Vs_{EQUIVALENTE}$:

- 1° masw : $Vs_{EQUIVALENTE}$=282m/s;
- 2° masw : $Vs_{EQUIVALENTE}$=211m/s;
- 3° masw : $Vs_{EQUIVALENTE}$=289m/s;
- 4° masw : $Vs_{EQUIVALENTE}$=327m/s;

Considerate le informazioni sopra esposte l'area su cui risiede il porto di Andora ricade interamente nella stessa categoria topografica ma in due diverse categorie di sottosuolo (vedi planimetria allegata):

CATEGORIA TOPOGRAFICA T1: *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i <15°*

Per tutte le aree più a monte del porto ad esclusione del molo principale:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E: *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.*

Per le aree del molo principale:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO C: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

ALLEGATO PARAMETRI SISMICI

(1)* Coordinate WGS84 (°)

Latitudine 43,951248 Longitudine 8,1563787

(1)* Coordinate ED50 (°)

Latitudine 43,952229 Longitudine 8,157433

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÁ DEL SITO

(•) Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 8.15743

LATITUDINE: 43.95223

( ) Ricerca per comune

REGIONE: Liguria

PROVINCIA: Savona

COMUNE: Marina di Andora

Elaborazioni grafiche

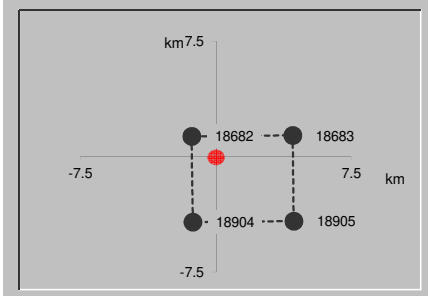
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

La **"Ricerca per comune"** utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la **"Ricerca per coordinate"**.

INTRO | FASE 1 | FASE 2 | FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N	50	info
Coefficiente d'uso della costruzione - c_U	1	info

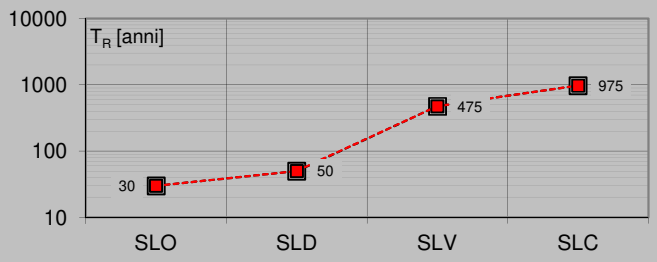
Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R	50	info
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R		info
Stati limite di esercizio - SLE: SLO - P_{VR} = 81%	30	
Stati limite di esercizio - SLE: SLD - P_{VR} = 63%	50	
Stati limite ultimi - SLU: SLV - P_{VR} = 10%	475	
Stati limite ultimi - SLU: SLC - P_{VR} = 5%	975	

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO | FASE 1 | FASE 2 | FASE 3

Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.025	2.515	0.180
SLD	50	0.036	2.572	0.205
SLV	475	0.138	2.423	0.284
SLC	975	0.188	2.461	0.299

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato: SLD — info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo: E — info
Categoria topografica: T1 — info

S_S = 1.600 — C_C = 2.167 — info
h/H= 1.000 — S_T = 1.000 — info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

(•) Spettro di progetto elastico (SLE)
( ) Spettro di progetto inelastico (SLU)

Smorzamento ξ (%) = 5 — η = 1.000 — info
Fattore q_o = 3 — Regol. in altezza: no — info

Compon. verticale

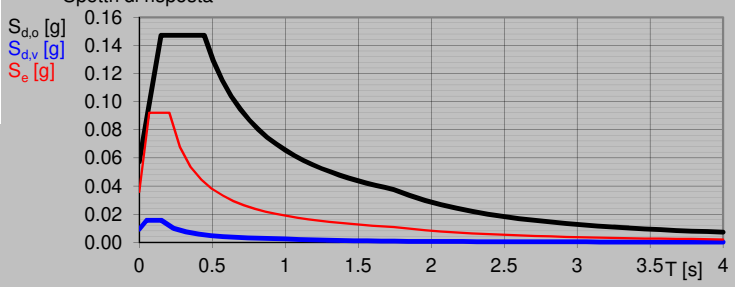
Spettro di progetto

Fattore q = 1.5 — η = 0.667 — info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta
Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



Spettro di progetto - componente orizzontale
Spettro di progetto - componente verticale
Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, ξ = 5%)

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato: SLV — info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo: E — info
Categoria topografica: T1 — info

S_S = 1.600 — C_C = 1.902 — info
h/H= 1.000 — S_T = 1.000 — info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

(•) Spettro di progetto elastico (SLE) — Smorzamento ξ (%) = 5 — η = 1.000 — info
( ) Spettro di progetto inelastico (SLU) — Fattore q_o = 3 — Regol. in altezza: no — info

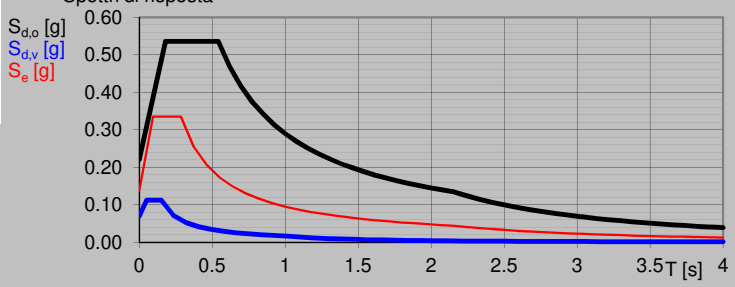
Compon. verticale

Spettro di progetto — Fattore q = 1.5 — η = 0.667 — info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta
Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



Spettro di progetto - componente orizzontale
Spettro di progetto - componente verticale
Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, ξ = 5%)

INTRO | FASE 1 | FASE 2 | FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato: SLD — info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo: C — info
Categoria topografica: T1 — info

S_S = 1,500 — C_C = 1,771 — info
h/H= 1,000 — S_T = 1,000 — info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

(•) Spettro di progetto elastico (SLE) — Smorzamento ξ (%) = 5 — η = 1,000 — info
( ) Spettro di progetto inelastico (SLU) — Fattore q_o = 3 — Regol. in altezza: no — info

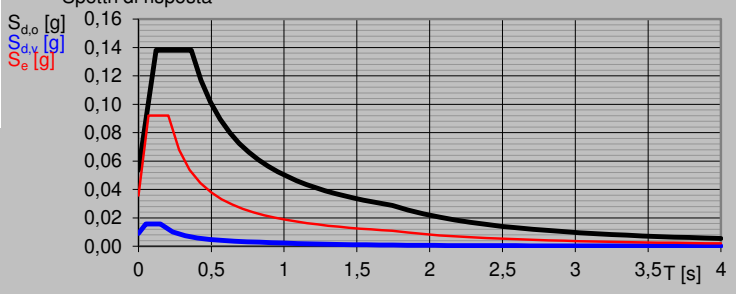
Compon. verticale

Spettro di progetto — Fattore q = 1,5 — η = 0,667 — info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta
Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



Spettro di progetto - componente orizzontale
Spettro di progetto - componente verticale
Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, ξ = 5%)

INTRO | FASE 1 | FASE 2 | FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato: SLV — info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo: C — info
Categoria topografica: T1 — info

S_S = 1,499 — C_C = 1,590 — info
h/H= 1,000 — S_T = 1,000 — info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

(•) Spettro di progetto elastico (SLE)
( ) Spettro di progetto inelastico (SLU)

Smorzamento ξ (%) = 5 — η = 1,000 — info
Fattore q_o = 3 — Regol. in altezza: no — info

Compon. verticale

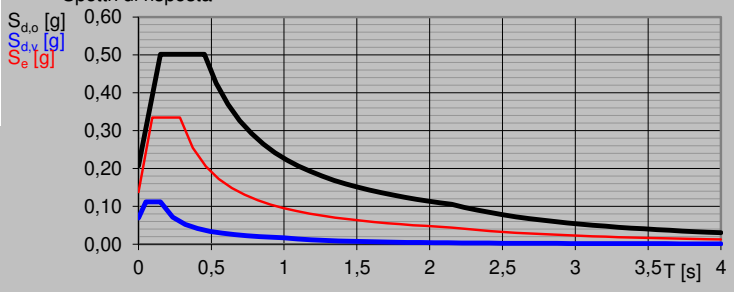
Spettro di progetto

Fattore q = 1,5 — η = 0,667 — info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta
Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

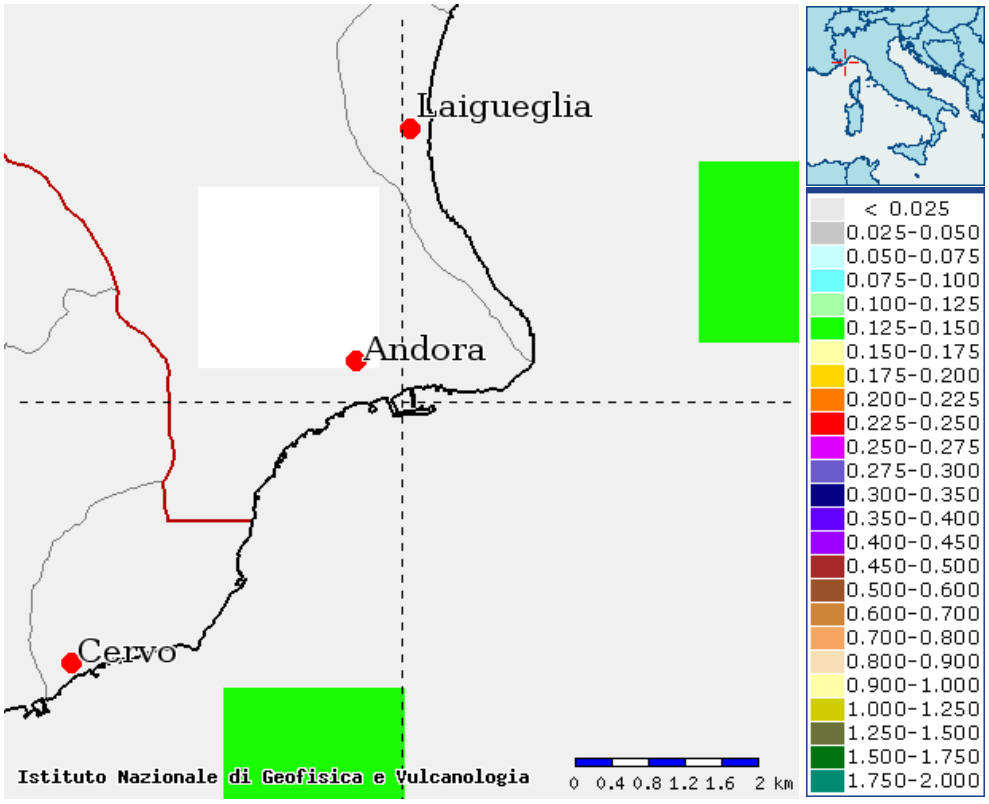


Spettro di progetto - componente orizzontale
Spettro di progetto - componente verticale
Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, ξ = 5%)

INTRO | FASE 1 | FASE 2 | FASE 3

CALCOLO MAGNITUDO DI RIFERIMENTO CON METODO DISAGGREGAZIONE

Mappe interattive di pericolosità sismica



< 0.025
0.025-0.050
0.050-0.075
0.075-0.100
0.100-0.125
0.125-0.150
0.150-0.175
0.175-0.200
0.200-0.225
0.225-0.250
0.250-0.275
0.275-0.300
0.300-0.350
0.350-0.400
0.400-0.450
0.450-0.500
0.500-0.600
0.600-0.700
0.700-0.800
0.800-0.900
0.900-1.000
1.000-1.250
1.250-1.500
1.500-1.750
1.750-2.000

Strumenti

- Ritorna alla mappa iniziale
- Ridisegna mappa
- Zoom In
- Zoom Out
- Ricentra sul punto
- Grafico sul punto griglia
- Grafico di disaggregazione

Navigazione

Scala:
(Valori consentiti: 50.000 - 7.909.000)

Scala: 50000

Coordinate del centro della mappa

Latitudine: 43.952

Longitudine: 8.156

Cambia scala/centro

Ricerca Comune

Il nome contiene:

Ricerca

Selezione mappa

Visualizza punti della griglia riferiti a:

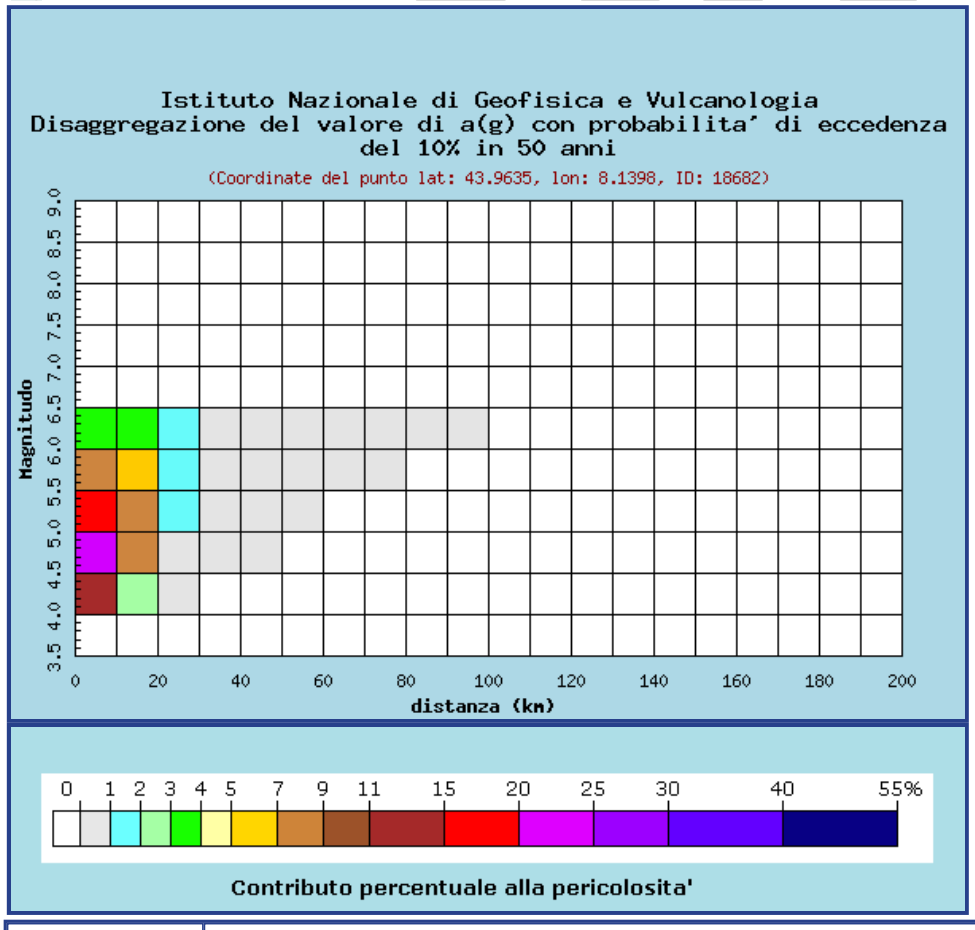
Ridisegna mappa

Parametro dello scuotimento: a(g)

Probabilità in 50 anni: 10%

Percentile: 50

Periodo spettrale (sec):



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.9635, lon: 8.1398, ID: 18682)
	Magnitudo

	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	12.200	24.300	15.400	8.460	3.540	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	2.730	7.920	8.020	6.550	3.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.144	0.821	1.380	1.650	1.260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.061	0.298	0.517	0.503	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.049	0.167	0.205	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.003	0.048	0.080	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	**Distanza**	**Epsilon**
5.120	9.600	0.394

Boulanger e Idriss, 2014

Per tener conto della magnitudo del terremoto, il metodo proposto da Boulanger e Idriss, 2014 calcola il rapporto di sforzo ciclico con la seguente relazione:

$$CSR_{M,\sigma'_v} = 0{,}65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d$$

dove viene introdotto un coefficiente correttivo $\mathbf{r_d}$ funzione della magnitudo **M** e di altre due variabili:

$$r_d = \exp[\alpha(z) + \beta(z) \cdot M]$$

Dove:

$$\alpha(z) = -1.012 - 1.126 \cdot \operatorname{sen}\left(\frac{z}{11.73} + 5.133\right)$$

$$\beta(z) = 0.106 + 0.118 \cdot \operatorname{sen}\left(\frac{z}{11.28} + 5.142\right)$$

La resistenza alla liquefazione si ricava dalla seguente espressione:

$$CRR_{M=7.5;\sigma'_v=1atm} = \exp\left\{\frac{(N_1)_{60cs}}{14.1} + \left[\frac{(N_1)_{60cs}}{126}\right]^2 - \left[\frac{(N_1)_{60cs}}{23.6}\right]^3 + \left[\frac{(N_1)_{60cs}}{25.4}\right]^4 - 2.8\right\}$$

dove

$$(N_1)_{60cs} = (N_1)_{60} + \Delta(N_1)_{60}$$

$$\Delta(N_1)_{60} = \exp\left[1.63 + \frac{9.7}{FC + 0.01} - \left(\frac{15.7}{FC + 0.01}\right)^2\right]$$

FC è il contenuto di fine espresso in %, determinato con analisi granulometrica sul materiale prelevato durante l'esecuzione della prova medesima e/o mediante stima indiretta da prove CPTe/CPTu limitrofe.

$$(N_1)_{60} = C_N \cdot C_E \cdot C_B \cdot C_R \cdot C_S \cdot N_{SPT} \leq 46$$

$$C_N = \left(\frac{p_a}{\sigma'_{v0}}\right) \leq 1.7$$

$$m = 0.784 - 0.0768\sqrt{(N_1)_{60cs}} \qquad (N_1)_{60cs} \leq 46$$

$(N1)_{60cs}$ è definito al punto 2 e m è determinato per via iterativa, per prove eseguite secondo le raccomandazioni AGI(1977): $C_E = C_B = C_R = C_S \cong 1$; p_a è la pressione atmosferica.

L'espressione del FS secondo Boulanger e Idriss, 2014 è dato da:

$$FS = \frac{CRR_{M=7.5;\sigma'_v=1atm}}{CSR_{M;\sigma'_v}} \cdot MSF \cdot K_\sigma$$

Con le seguenti posizioni:

$$MSF = 1 + (MSF_{max} - 1) \cdot \left[8.64 \cdot \exp\left(\frac{-M}{4} \right) - 1.325 \right]$$

$$MSF_{max} = 1.09 + \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{31.5} \right)^2 \leq 2.2$$

$$K_s = 1 - C_\sigma \cdot \ln\left(\frac{\sigma'_v}{p_a} \right) \leq 1.1$$

$$C_\sigma = \cdot \frac{1}{18.9 - 2.55 \cdot \sqrt{(N1)_{60cs}}} \leq 0.3$$

Cortè (1985)

Nel metodo proposto da **Cortè,** il Rapporto di Tensione Ciclica **CSR** viene calcolato dalla seguente espressione:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = CSR_{7,5} = 0{,}65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d$$

dove a_{max} rappresenta l'accelerazione orizzontale massima attesa in superficie contenente gli effetti amplificativi di sito. La relazione è valida per eventi sismici di magnitudo 7,5. Per magnitudo diverse bisogna dividere il Rapporto di Tensione Ciclica per il fattore correttivo **MSF** *(Magnitudo Scaling Factor)*:

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF}$$

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo $\mathbf{r_d}$ viene utilizzata la formula empirica proposta da **Iwasaki et alii** *(1978)*:

$$r_d = 1 - 0{,}015z$$

mentre per il fattore correttivo **MSF** si fa riferimento ai valori riportati in Tabella 1 ricavati da diversi ricercatori, tra cui **Seed H. B. e Idriss I. M** *(1982)*.

Tabella 1- *Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori*

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. *(1982)*	Ambraseys N.N *(1988).*	NCEER (Seed R. B. et alii) *(1997; 2003)*
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Per il calcolo del Rapporto di Resistenza Ciclica **CRR** , **Cortè** propose due relazione funzione del parametro D_{50}:

- per terreni con $0{,}04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0{,}6$

$$CRR = A \left\{ \left[\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 70} \right]^{0,5} - 0{,}258 \log_{10} \left(\frac{D_{50}}{0{,}35} \right) \right\}$$

- per terreni con $0{,}6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1{,}5$

$$CRR = A\left\{\left[\frac{N_m}{\sigma'_{vo}+70}\right]^{0,5} - 0,0567\right\}$$

Il coefficiente **A** assume valori che variano fra 0,50 e 0,66, a seconda della magnitudo del sisma e del **numero di cicli equivalenti** che variano a loro volta fra 5 e 20.

Finn & Cortè (1985)

Gli autori propongono due metodi diversi per calcolare il Rapporto di Resistenza Ciclica **CRR**, mentre il Rapporto di Tensione Ciclica **CSR** si calcola dalla seguente espressione:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65\frac{a_g}{g}\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}r_d \qquad (4.0)$$

è valida per eventi sismici di magnitudo 7,5. Per magnitudo diverse bisogna dividere il Rapporto di Tensione Ciclica per il fattore correttivo **MSF** *(Magnitudo Scaling Factor)*:

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF} \qquad (4.1)$$

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo $\mathbf{r_d}$ viene utilizzata la formula empirica proposta da **Iwasaki et alii** *(1978)*:

$$r_d = 1 - 0,015z \qquad (4.2)$$

mentre per il fattore correttivo **MSF** si fa riferimento ai valori riportati in Tabella 1 ricavati da diversi ricercatori, tra cui **Seed H. B. e Idriss I. M** *(1982)*.

Tabella 1- *Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori*

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. *(1982)*	Ambraseys N.N *(1988).*	NCEER (Seed R. B. et alii) *(1997; 2003)*
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Per il calcolo del Rapporto di Resistenza Ciclica **CRR** , **Finn** propose una relazione in cui le variabili

indipendenti sono la magnitudo **M** e il numero dei colpi corretto della prova penetrometrica standard SPT $N_{1,60}$:

$$CRR = \frac{N_{1,60}}{12,9\,M - 15,7} \tag{4.3}$$

Cortè propose invece la seguente espressione:

- per terreni con $0,04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0,6$

$$CRR = A\left\{\left[\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 70}\right]^{0,5} - 0,258 \log_{10}\left(\frac{D_{50}}{0,35}\right)\right\} \tag{4.4}$$

- per terreni con $0,6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,5$

$$CRR = A\left\{\left[\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 70}\right]^{0,5} - 0,0567\right\} \tag{4.5}$$

Il coefficiente **A** assume valori che variano fra 0,50 e 0,66, a seconda della magnitudo del sisma e del **numero di cicli equivalenti** che variano a loro volta fra 5 e 20.

Iwasaki et alii (1978; 1984)

Questo metodo è stato sviluppato basandosi sull'osservazione che la severità dei danni prodotti dalla liquefazione sui manufatti è legata al volume di terreno liquefatto all'interno del deposito.

Il metodo si basa sulla stima di due quantità: **il fattore di resistenza (FS)** e **l'indice di liquefazione (I_L)**. L'indice di liquefazione I_L, indicativo dell'estensione che il fenomeno della liquefazione può avere all'interno del deposito, si ricava dall' espressione:

$$I_L = \int_0^{20} F\, W(z)\, dz \tag{2.0}$$

dove:

$F(z) = 1 - FS$ per $FS \leq 1$

$F(z) = 0$ per $FS > 1$

$W(z) = 10 - 0,5z$

Il fattore di resistenza **FS** si determina dalla (1.0), lo strato di terreno è considerato liquefacibile se **$FS \leq 1$**. Il Rapporto di Resistenza Ciclica per eventi sismici con magnitudo 7,5 si ricava dalla:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d \qquad (2.1)$$

Per magnitudo diverse occorre dividere la quantità sopra indicata per il fattore correttivo **MSF** *(Magnitudo Scaling Factor)*:

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF} \qquad (2.2)$$

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo $\mathbf{r_d}$ viene invece utilizzata la formula empirica proposta da **Iwasaki et alii** *(1978)*:

$$r_d = 1 - 0,015z \qquad (2.3)$$

mentre per il fattore correttivo **MSF** si fa riferimento ai valori riportati in Tabella 1 ricavati da diversi ricercatori, tra cui **Seed H. B. e Idriss I. M** *(1982)*.

Tabella 1- *Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori*

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. *(1982)*	Ambraseys N.N *(1988).*	NCEER (Seed R. B. et alii) *(1997; 2003)*
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Per la valutazione del Rapporto di Resistenza Ciclica **CRR** vengono proposte le seguenti espressioni ottenute da numerose prove di resistenza ciclica non drenata:

- per terreni con $0,04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0,6$

$$CRR = 0,0882 \sqrt{\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 0,7}} + 0,225 \log_{10}\left(\frac{0,35}{D_{50}}\right) \qquad (2.4)$$

- per terreni con $0,6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,5$

$$CRR = 0{,}0882\sqrt{\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 0{,}7}} - 0{,}05 \qquad (2.5)$$

dove $\mathbf{D_{50}}$ è il diametro dei granuli al 50% (in mm) ed $\mathbf{N_m}$ è il numero medio dei colpi nella prova penetrometrica standard SPT.

La classificazione del rischio di liquefazione attraverso il metodo di **Iwasaki et alii** viene riportata in Tabella 2.

Tabella 2- *Classi di rischio*

I_L	Rischio di Liquefazione
$I_L = 0$	Molto basso
$0 < I_L \leq 5$	Basso
$5 < I_L \leq 15$	Alto
$15 < I_L$	Molto alto

Metodo dell'Eurocodice 8 (ENV 1998-5)

Le indicazioni della normativa europea sono contenute al punto 4.1.3 a cui si aggiungono ulteriori indicazioni che si possono trovare nell'appendice B della parte 5 dell'Eurocodice 8 (ENV 1998-5).

Secondo tale normativa si può escludere pericolo di liquefazione per i terreni sabbiosi saturi che si trovano a profondità di 15 m o quando $a_g < 0{,}15$ e, contemporaneamente, il terreno soddisfi almeno una delle seguenti condizioni:

- contenuto in argilla superiore al 20%, con indice di plasticità > 10;
- contenuto di limo superiore al 10% e resistenza $N_{1,60} > 20$
- frazione fine trascurabile e resistenza $N_{1,60} > 25$

Quando nessuna delle precedenti condizioni è soddisfatta, *la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.*

Lo sforzo ciclico di taglio **CSR** viene valutato con l'espressione semplificata:

$$CSR = 0{,}65\frac{a_g}{g} S \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \frac{r_d}{MSF} \qquad (8.0)$$

dove **S** è il coefficiente di profilo stratigrafico, definito come segue:

Tabella 1- *Coefficienti di profilo stratigrafico*

Categoria suolo	Spettri di Tipo 1 *S (M > 5,5)*	Spettri di Tipo 2 *S (M ≤ 5,5)*
A	1,00	1,00
B	1,20	1,35
C	1,15	1,50
D	1,35	1,80
E	1,40	1,60

Il fattore di correzione della magnitudo **MSF** consigliato dalla normativa è quello di **Ambraseys** (Tabella 2).

Tabella 2- *Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori*

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. *(1982)*	Ambraseys N.N *(1988).*	NCEER (Seed R. B. et alii) *(1997; 2003)*
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Nel caso vengano utilizzati dati provenienti da prove **SPT** la resistenza alla liquefazione viene calcolata mediante la seguente relazione di **Blake**, 1997:

$$CRR = \frac{0{,}04844 - 0{,}004721\left(N_{1,60}\right)_{cs} + 0{,}0006136\left[\left(N_{1,60}\right)_{cs}\right]^2 - 0{,}00001673\left[\left(N_{1,60}\right)_{cs}\right]^3}{1 - 0{,}1248\left(N_{1,60}\right)_{cs} + 0{,}009578\left[\left(N_{1,60}\right)_{cs}\right]^2 - 0{,}0003285\left[\left(N_{1,60}\right)_{cs}\right]^3 + 0{,}000003714\left[\left(N_{1,60}\right)_{cs}\right]^4} \qquad (8.1)$$

Il valore di $N_{1,60}$ misurato in sabbie limose può essere trasformato in una resistenza equivalente $(N_{1,60})_{cs}$ dove con "cs" si indica "sabbie pulite". Tale valore viene valutato con il metodo proposto da **Youd e Idriss** *(1997)* e raccomandato dal **NCEER**:

$$\left(N_{1,60}\right)_{cs} = \alpha + \beta\, N_{1,60} \qquad (8.2)$$

dove $\mathbf{N_{1,60}}$ è la normalizzazione dei valori misurati dell'indice $\mathbf{N_m}$ (ridotti del 25% per profondità < 3 m) nella prova **SPT** rispetto ad una pressione efficace di confinamento di 100 KPa ed a un valore del rapporto tra l'energia di impatto e l'energia teorica di caduta libera pari al 60%, cioè:

$$N_{1,60} = C_N \, C_E \, N_m \tag{8.3a}$$

$$C_N = \left(\frac{100}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,5} \tag{8.3b}$$

$$C_E = \frac{ER}{60} \tag{8.3c}$$

dove ER è pari al (rapporto dell'energia misurato rispetto al valore teorico) x 100 e dipende dal tipo di strumento utilizzato (Tabella 3).

Tabella 3- *Rendimenti dei sistemi di infissione*

Attrezzatura	C_E
Safety Hammer	0,7÷1,2
Donut Hammer (USA)	0,5÷1,0
Donut Hammer (Giappone)	1,1÷1,4
Automatico-Trip Hammer (Tipo Donut o Safety)	0,8÷1,4

I parametri α e β, invece, dipendono dalla frazione fine FC:

$\alpha = 0$ per $FC \leq 5\%$

$\alpha = \exp[1,76 - (190 / FC^2)]$ per $5\% < FC \leq 35\%$

$\alpha = 5$ per $FC > 35\%$

$\beta = 1,0$ per $FC \leq 5\%$

$\beta = [0,99 + (FC^{1,5} / 1000)]$ per $5\% < FC \leq 35\%$

$\beta = 1,2$ per $FC > 35\%$

Se invece si possiedono dati provenienti da una prova penetrometrica statica (**CPT**), i valori di resistenza alla punta misurati q_c devono essere normalizzati rispetto ad una pressione efficace di confinamento pari a 100 KPa e vanno calcolati tramite la seguente relazione:

$$q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \tag{8.4}$$

Per poter tenere conto della eventuale presenza di fini, il software utilizza il metodo di Robertson e Wride.

Poiché, come dimostrato, è possibile assumere:

$$\frac{(q_{c1N})_{cs}}{(N_{1,60})_{cs}} = 5 \tag{8.5}$$

come proposto dall'**EC8**, derivato $(N_{1,60})_{cs}$ dalla (5.3), si utilizza la (5.2) per il calcolo di **CRR**.

Quando invece si possiedono dati provenienti da prove sismiche di rifrazione, si calcola la velocità di propagazione normalizzata con la (4.9) e la resistenza alla liquefazione mediante la formula di Andrus e Stokoe (5.0):

Seed e Idriss (1982)

Per poter determinare gli sforzi di taglio indotti dal sisma, gli autori propongono una semplice procedura basata sull' ipotesi di terreno omogeneo. Ipotizzando la propagazione verticale di onde sismiche di taglio, una colonna di terreno di altezza z (Figura 1) si muove rigidamente in direzione orizzontale e pertanto lo sforzo di taglio massimo alla profondità z è dato da:

$$\tau_{max} = \frac{a_{max}}{g} \cdot \gamma\, z$$

dove $\mathbf{a_{max}}$ rappresenta l'accelerazione orizzontale massima attesa in superficie, **g** l'accelerazione di gravità e $\boldsymbol{\gamma}$ il peso di volume secco del terreno.

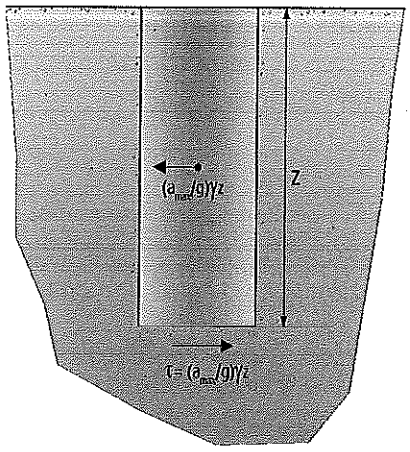


Figura 1- *Sforzo di taglio indotto dal terremoto ad una determinata quota*

Poiché nella realtà il terreno è deformabile, lo sforzo di taglio è minore che nell'ipotesi di corpo rigido e quindi bisogna introdurre un coefficiente riduttivo $\mathbf{r_d}$. Normalizzando con la pressione verticale effettiva e riferendosi ad un valore medio $\boldsymbol{\tau_{av}}$ anziché ad un valore massimo $\boldsymbol{\tau_{max}}$ si ottiene:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = CSR_{7,5} = 0{,}65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d$$

dove a_{max} rappresenta l'accelerazione orizzontale massima attesa in superficie conetenente gli effetti amplificativi di sito. L'espressione è valida per eventi sismici di magnitudo 7,5. Per magnitudo diverse

bisogna dividere il Rapporto di Tensione Ciclica per il fattore correttivo **MSF** *(Magnitudo Scaling Factor)*:

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF} \qquad (1.3)$$

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo $\mathbf{r_d}$ viene utilizzata la formula empirica proposta da **Iwasaki et alii** *(1978)*:

$$r_d = 1 - 0{,}015z$$

mentre per il fattore correttivo **MSF** si fa riferimento ai valori riportati in Tabella 1 ricavati da diversi ricercatori, tra cui **Seed H. B. e Idriss I. M** *(1982)*.

Tabella 1- *Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori*

Magnitudo	**Seed H.B. & Idriss I.M.** *(1982)*	**Ambraseys N.N** *(1988).*	**NCEER (Seed R. B. et alii)** *(1997; 2003)*
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Il termine al numeratore della (1.0), cioè il Rapporto di Resistenza Ciclica CRR, viene calcolato in funzione della magnitudo, del numero di colpi nella prova SPT, della pressione verticale effettiva, della densità relativa.

Si calcola inizialmente il numero dei colpi corretto alla quota desiderata per tenere conto della pressione litostatica mediante la seguente espressione:

$$(N_{1,60}) = C_N \cdot N_m$$

dove $\mathbf{N_m}$ è il numero medio dei colpi nella prova penetrometrica standard SPT e $\mathbf{C_N}$ un coefficiente correttivo che si determina dalla relazione:

$$C_N = \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}}\right)^n$$

dove $\mathbf{\sigma'_{vo}}$ è la pressione verticale effettiva, **Pa** la pressione atmosferica (~ 100 kPa) espressa nelle stesse unità di $\mathbf{\sigma'_{vo}}$ ed **n** un'esponente che dipende dalla densità relativa del terreno (Figura 2).

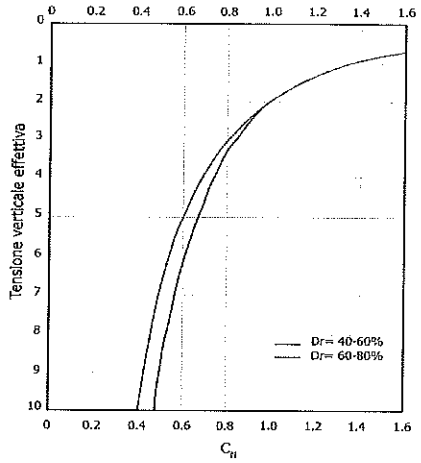


Figura 2- *Coefficiente correttivo* C_N

Si valuta il rapporto di resistenza ciclica **CRR** dall'abaco riportato in Figura 3 che rappresenta l'insieme dei valori di soglia (separazione tra liquefazione e non liquefazione) per fissato valore della magnitudo.

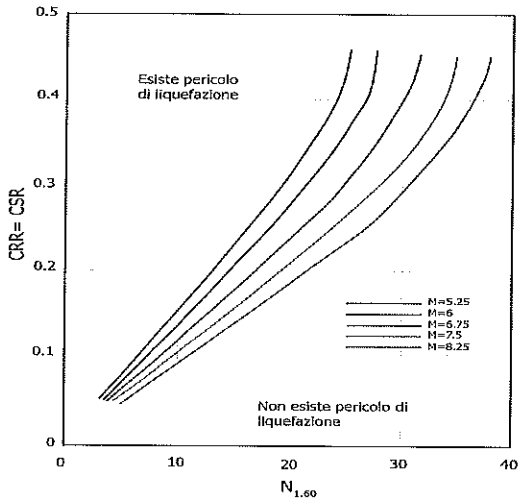


Figura 3- *Correlazione tra CRR e* $N_{1,60}$

E' stato dimostrato che per un terremoto di magnitudo pari a 7,5 CRR può essere espresso dalla seguente espressione:

$$CRR \approx \frac{N_{1,60}}{90} \qquad (1.7)$$

Applicando quindi la (1.0) si determina il fattore di sicurezza a liquefazione (**FS**) che deve essere confrontato con i valori imposti dalla normativa di riferimento.

Gli Autori hanno precisato che questa procedura è valida per sabbie con $\mathbf{D_{50}} > 0{,}25$ mm; per sabbie limose e limi suggeriscono di correggere ulteriormente il valore di $\mathbf{N_{1,60}}$ utilizzando la seguente formula:

$$(N_{1,60})_{cs} = N_{1.60} + 7.5 \qquad (1.8)$$

Tokimatsu e Yoshimi

Per tener conto della magnitudo del terremoto, il metodo proposto da Tokimatsu e Yoshimi calcola il rapporto di sforzo ciclico con la seguente relazione:

$$CSR = 0{,}65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d \, r_n \qquad (3.0)$$

dove viene introdotto un coefficiente correttivo $\mathbf{r_n}$ funzione della magnitudo **M**:

$$r_d = 0{,}1\,(M - 1) \qquad (3.1)$$

La resistenza alla liquefazione si ricava dalla seguente espressione:

$$CRR = a\, C_r \left[\frac{16\sqrt{N_{1,60} + \Delta N_f}}{100} + \left(\frac{16\sqrt{N_{1,60} + \Delta N_f}}{C_s} \right)^n \right] \qquad (3.2)$$

dove

$a = 0{,}45$

$C_r = 0{,}57$

$n = 14$

$\Delta N_f = 0$ per sabbie pulite e $\Delta N_f = 5$ per sabbie limose

$N_{1,60} = [1{,}7 / (\sigma'_{vo} + 0{,}7)]\, N_m$

Cs è una costante empirica che dipende dall'ampiezza della deformazione di taglio.

La relazione precedente è stata ricavata dagli autori correlando i risultati ottenuti da prove triassiali cicliche con i risultati di prove penetrometriche standard SPT.

Gli Autori, ai fini progettuali, suggeriscono di adottare un valore di **FS > 1,5** per le sabbie medio-sciolte e

FS > 1,3 per le sabbie medio-dense.

Questo metodo è raccomandato nella proposta di *Norme Sismiche Italiane* avanzata dal CNR nel 1984.

DATI GENERALI

SONDAGGIO S1

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE
Titolo lavoro: PUO --- Porto di Andora
Cliente: Comune di Andora ---- Sondaggio S1
Data 02/02/2019
Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA
Profondità falda idrica 1.25 m

DATI SIMICI
Accelerazione Bedrock 0.138

Tipo Suolo: E-Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s
Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<=15°

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS)	1.6	
Coefficiente amplificazione topografica (ST)	1	
Magnitudo momento sismico (Mw)	6	
Distanza epicentro	10	Km
Peak ground acceleration (PGA)	0.2208	

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unià volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	1.8	18	18	7	0.187	0	0	0
2		1.8	3.3	18	18	11	0.187	0	0	0
3		3.3	4.8	18	18	13	0.187	0	0	0
4		4.8	6.3	18	18	11	0.381	0	0	0

FC (%)	Validità
10	Valido
10	Valido
10	Valido
10	Valido

Dr (%)	Validità
42	Valido per sabbie pulite
52	Valido per sabbie pulite
55	Valido per sabbie pulite
48	Valido per sabbie pulite

Consistenza terreno	Validità
Mediamente sciolto	Sabbie limose
Mediamente sciolto	Sabbie limose
Mediamente sciolto	Sabbie limose
Mediamente sciolto	Sabbie limose

Boulanger e Idriss, 2014

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1.45	26.100	24.139	1.700	13.049	1.028	0.179	0.160	1.12	Terreno suscettibile di liquefazione
1.65	29.700	25.777	1.700	13.049	1.024	0.179	0.169	1.06	Terreno suscettibile di liquefazione
1.85	33.300	27.416	1.700	19.849	1.020	0.290	0.178	1.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.05	36.900	29.055	1.700	19.849	1.016	0.290	0.185	1.57	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.25	40.500	30.693	1.700	19.849	1.012	0.290	0.192	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.45	44.100	32.332	1.672	19.541	1.008	0.284	0.197	1.44	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.65	47.700	33.971	1.635	19.137	1.003	0.275	0.202	1.36	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.85	51.300	35.609	1.601	18.759	0.999	0.267	0.207	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.05	54.900	37.248	1.585	18.580	0.994	0.264	0.210	1.25	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.25	58.500	38.887	1.554	18.238	0.990	0.257	0.214	1.20	Terreno suscettibile di liquefazione
3.45	62.100	40.525	1.497	20.605	0.985	0.308	0.217	1.42	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	42.164	1.471	20.269	0.980	0.300	0.219	1.37	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	43.803	1.446	19.951	0.976	0.293	0.222	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	45.441	1.435	19.799	0.971	0.289	0.224	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	47.080	1.412	19.504	0.966	0.283	0.225	1.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	48.719	1.390	19.223	0.961	0.275	0.227	1.21	Terreno suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	50.357	1.370	18.956	0.956	0.269	0.228	1.18	Terreno suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	51.996	1.377	16.301	0.951	0.219	0.229	0.96	Terreno suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	53.635	1.357	16.077	0.946	0.215	0.230	0.93	Terreno suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	55.273	1.338	15.863	0.941	0.211	0.231	0.91	Terreno suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	56.912	1.319	15.658	0.935	0.207	0.231	0.90	Terreno suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	58.551	1.308	15.541	0.930	0.205	0.232	0.88	Terreno suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	60.189	1.291	15.347	0.925	0.202	0.232	0.87	Terreno suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	61.828	1.274	15.162	0.920	0.198	0.232	0.85	Terreno suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	63.467	1.258	14.983	0.914	0.195	0.233	0.84	Terreno suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=1.23 Zcrit=20 m Rischio=Basso

Cortè (1985)

Numero dei cicli equivalenti 5
Coefficiente A 0.66

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1.45	26.100	24.139	0.978	0.226	0.152	1.49	Terreno non suscettibile di liquefazione
1.65	29.700	25.777	0.975	0.225	0.161	1.39	Terreno non suscettibile di liquefazione
1.85	33.300	27.416	0.972	0.268	0.169	1.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.05	36.900	29.055	0.969	0.266	0.177	1.51	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.25	40.500	30.693	0.966	0.264	0.183	1.45	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.45	44.100	32.332	0.963	0.263	0.189	1.39	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.65	47.700	33.971	0.960	0.261	0.194	1.35	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.85	51.300	35.609	0.957	0.259	0.198	1.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.05	54.900	37.248	0.954	0.258	0.202	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.25	58.500	38.887	0.951	0.256	0.205	1.25	Terreno suscettibile di liquefazione
3.45	62.100	40.525	0.948	0.273	0.209	1.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	42.164	0.945	0.271	0.211	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	43.803	0.942	0.269	0.214	1.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	45.441	0.939	0.268	0.216	1.24	Terreno suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	47.080	0.936	0.266	0.218	1.22	Terreno suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	48.719	0.933	0.265	0.220	1.20	Terreno suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	50.357	0.930	0.263	0.222	1.19	Terreno suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	51.996	0.927	0.192	0.223	0.86	Terreno suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	53.635	0.924	0.191	0.225	0.85	Terreno suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	55.273	0.921	0.189	0.226	0.84	Terreno suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	56.912	0.918	0.188	0.227	0.83	Terreno suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	58.551	0.915	0.187	0.228	0.82	Terreno suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	60.189	0.912	0.186	0.229	0.81	Terreno suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	61.828	0.909	0.184	0.230	0.80	Terreno suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	63.467	0.906	0.183	0.231	0.79	Terreno suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=2.01 Zcrit=20 m Rischio=Basso

Finn & Cortè (1985)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1.45	26.100	24.139	0.978	0.204	0.152	1.34	Terreno non suscettibile di liquefazione
1.65	29.700	25.777	0.975	0.200	0.161	1.24	Terreno suscettibile di liquefazione
1.85	33.300	27.416	0.972	0.309	0.169	1.83	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.05	36.900	29.055	0.969	0.304	0.177	1.72	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.25	40.500	30.693	0.966	0.299	0.183	1.64	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.45	44.100	32.332	0.963	0.294	0.189	1.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.65	47.700	33.971	0.960	0.290	0.194	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.85	51.300	35.609	0.957	0.285	0.198	1.44	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.05	54.900	37.248	0.954	0.281	0.202	1.39	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.25	58.500	38.887	0.951	0.276	0.205	1.35	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.45	62.100	40.525	0.948	0.322	0.209	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	42.164	0.945	0.317	0.211	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	43.803	0.942	0.312	0.214	1.46	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	45.441	0.939	0.308	0.216	1.42	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	47.080	0.936	0.304	0.218	1.39	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	48.719	0.933	0.299	0.220	1.36	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	50.357	0.930	0.295	0.222	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	51.996	0.927	0.246	0.223	1.10	Terreno suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	53.635	0.924	0.243	0.225	1.08	Terreno suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	55.273	0.921	0.240	0.226	1.06	Terreno suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	56.912	0.918	0.237	0.227	1.04	Terreno suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	58.551	0.915	0.234	0.228	1.02	Terreno suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	60.189	0.912	0.231	0.229	1.01	Terreno suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	61.828	0.909	0.228	0.230	0.99	Terreno suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	63.467	0.906	0.225	0.231	0.98	Terreno suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=29.38 Zcrit=20 m Rischio=Molto alto

Iwasaki et alii (1978; 1984)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.45	26.100	24.139	0.978	0.3011555	0.086	3.51	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
1.65	29.700	25.777	0.975	0.2990647	0.091	3.28	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
1.85	33.300	27.416	0.972	0.3568127	0.096	3.73	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.05	36.900	29.055	0.969	0.3543236	0.100	3.55	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.25	40.500	30.693	0.966	0.3518963	0.103	3.40	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.45	44.100	32.332	0.963	0.3495284	0.107	3.28	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.65	47.700	33.971	0.960	0.3472174	0.109	3.18	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.85	51.300	35.609	0.957	0.3449611	0.112	3.08	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.05	54.900	37.248	0.954	0.3427574	0.114	3.01	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.25	58.500	38.887	0.951	0.3406043	0.116	2.94	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.45	62.100	40.525	0.948	0.3626522	0.118	3.08	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.65	65.700	42.164	0.945	0.3604154	0.119	3.02	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.85	69.300	43.803	0.942	0.3582276	0.121	2.96	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.05	72.900	45.441	0.939	0.3560871	0.122	2.91	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.25	76.500	47.080	0.936	0.3539923	0.123	2.87	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.45	80.100	48.719	0.933	0.3519414	0.124	2.83	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.65	83.700	50.357	0.930	0.3499331	0.125	2.79	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.85	87.300	51.996	0.927	0.2554465	0.126	2.02	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.05	90.900	53.635	0.924	0.2536734	0.127	2.00	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.25	94.500	55.273	0.921	0.2519356	0.128	1.97	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.45	98.100	56.912	0.918	0.2502319	0.128	1.95	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.65	101.700	58.551	0.915	0.2485612	0.129	1.93	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.85	105.300	60.189	0.912	0.2469225	0.129	1.91	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.05	108.900	61.828	0.909	0.2453148	0.130	1.89	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.25	112.500	63.467	0.906	0.243737	0.130	1.87	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Metodo dell'Eurocodice 8 (ENV 1998-5)

Energy Ratio (ER)	0.6
Correzione per ER (CE) (CE)	1
Correzione per la magnitudo (MSF)	1.77

Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
5	5	<= 10	E-Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s	Valido
5	5	<= 10	E-Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s	Valido
5	5	<= 10	E-Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s	Valido
5	5	<= 10	E-Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s	Valido

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Probabilità di liquefazione (%)
1.45	26.100	24.139	1.700	9.987	0.989	0.109	0.076	1.443	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.389
1.65	29.700	25.777	1.700	9.987	0.987	0.109	0.081	1.356	Terreno non suscettibile di liquefazione	12.318
1.85	33.300	27.416	1.700	15.198	0.986	0.166	0.085	1.948	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.369
2.05	36.900	29.055	1.700	15.198	0.984	0.166	0.089	1.866	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.962
2.25	40.500	30.693	1.700	15.198	0.983	0.166	0.092	1.799	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.527
2.45	44.100	32.332	1.700	15.198	0.981	0.166	0.095	1.743	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.061
2.65	47.700	33.971	1.700	15.198	0.980	0.166	0.098	1.696	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.564
2.85	51.300	35.609	1.676	14.994	0.978	0.163	0.100	1.634	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.311
3.05	54.900	37.248	1.639	19.283	0.977	0.210	0.102	2.052	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.746
3.25	58.500	38.887	1.604	18.891	0.975	0.205	0.104	1.972	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.218
3.45	62.100	40.525	1.571	21.732	0.974	0.238	0.106	2.252	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.834
3.65	65.700	42.164	1.540	21.323	0.972	0.233	0.107	2.171	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.164
3.85	69.300	43.803	1.511	20.936	0.971	0.229	0.109	2.099	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.502

4.05	72.900	45.441	1.483	20.571	0.969	0.224	0.110	2.034	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.847
4.25	76.500	47.080	1.457	20.225	0.967	0.220	0.112	1.975	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.197
4.45	80.100	48.719	1.433	19.897	0.966	0.217	0.113	1.921	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.553
4.65	83.700	50.357	1.409	19.585	0.964	0.213	0.114	1.872	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.914
4.85	87.300	51.996	1.387	16.454	0.963	0.179	0.115	1.560	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.344
5.05	90.900	53.635	1.365	16.214	0.961	0.176	0.116	1.526	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.885
5.25	94.500	55.273	1.345	15.985	0.960	0.174	0.116	1.494	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.429
5.45	98.100	56.912	1.326	15.766	0.958	0.172	0.117	1.464	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.975
5.65	101.700	58.551	1.307	15.556	0.957	0.169	0.118	1.436	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.522
5.85	105.300	60.189	1.289	15.355	0.955	0.167	0.119	1.410	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.069
6.05	108.900	61.828	1.272	15.161	0.954	0.165	0.119	1.386	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.617
6.25	112.500	63.467	1.255	14.976	0.952	0.163	0.120	1.362	Terreno non suscettibile di liquefazione	12.164

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Seed e Idriss (1982)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1.45	26.100	24.139	2.185	15.297	0.978	0.170	0.086	1.98	Terreno non suscettibile di liquefazione
1.65	29.700	25.777	2.108	14.754	0.975	0.164	0.091	1.80	Terreno non suscettibile di liquefazione
1.85	33.300	27.416	2.038	22.413	0.972	0.249	0.096	2.60	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.05	36.900	29.055	1.973	21.708	0.969	0.241	0.100	2.42	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.25	40.500	30.693	1.915	21.063	0.966	0.234	0.103	2.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.45	44.100	32.332	1.861	20.469	0.963	0.227	0.107	2.13	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.65	47.700	33.971	1.811	19.920	0.960	0.221	0.109	2.02	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.85	51.300	35.609	1.765	19.410	0.957	0.216	0.112	1.93	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.05	54.900	37.248	1.721	18.936	0.954	0.210	0.114	1.84	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.25	58.500	38.887	1.681	18.493	0.951	0.205	0.116	1.77	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.45	62.100	40.525	1.643	21.365	0.948	0.237	0.118	2.01	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	42.164	1.608	20.904	0.945	0.232	0.119	1.94	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	43.803	1.575	20.470	0.942	0.227	0.121	1.88	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	45.441	1.543	20.061	0.939	0.223	0.122	1.82	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	47.080	1.513	19.674	0.936	0.219	0.123	1.77	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	48.719	1.485	19.307	0.933	0.215	0.124	1.72	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	50.357	1.458	18.959	0.930	0.211	0.125	1.68	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	51.996	1.433	15.762	0.927	0.175	0.126	1.39	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	53.635	1.409	15.495	0.924	0.172	0.127	1.36	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	55.273	1.386	15.241	0.921	0.169	0.128	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	56.912	1.363	14.998	0.918	0.167	0.128	1.30	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	58.551	1.342	14.766	0.915	0.164	0.129	1.27	Terreno non suscettibile di liquefazione

5.85	105.300	60.189	1.322	14.543	0.912	0.162	0.129	1.25	Terreno suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	61.828	1.303	14.330	0.909	0.159	0.130	1.23	Terreno suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	63.467	1.284	14.125	0.906	0.157	0.130	1.20	Terreno suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto bas

Tokimatsu e Yoshimi

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Coefficiente correttivo (rn)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1.45	26.100	24.139	0.978	0.500	0.226	0.076	2.97	Terreno non suscettibile di liquefazione
1.65	29.700	25.777	0.975	0.500	0.220	0.081	2.73	Terreno non suscettibile di liquefazione
1.85	33.300	27.416	0.972	0.500	0.689	0.085	8.13	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.05	36.900	29.055	0.969	0.500	0.644	0.088	7.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.25	40.500	30.693	0.966	0.500	0.604	0.091	6.60	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.45	44.100	32.332	0.963	0.500	0.568	0.094	6.02	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.65	47.700	33.971	0.960	0.500	0.535	0.097	5.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.85	51.300	35.609	0.957	0.500	0.506	0.099	5.11	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.05	54.900	37.248	0.954	0.500	0.480	0.101	4.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.25	58.500	38.887	0.951	0.500	0.456	0.103	4.44	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.45	62.100	40.525	0.948	0.500	0.811	0.104	7.78	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	42.164	0.945	0.500	0.761	0.106	7.20	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	43.803	0.942	0.500	0.716	0.107	6.70	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	45.441	0.939	0.500	0.676	0.108	6.25	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	47.080	0.936	0.500	0.638	0.109	5.85	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	48.719	0.933	0.500	0.605	0.110	5.49	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	50.357	0.930	0.500	0.574	0.111	5.17	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	51.996	0.927	0.500	0.327	0.112	2.92	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	53.635	0.924	0.500	0.316	0.112	2.81	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	55.273	0.921	0.500	0.306	0.113	2.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	56.912	0.918	0.500	0.297	0.114	2.61	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	58.551	0.915	0.500	0.289	0.114	2.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	60.189	0.912	0.500	0.281	0.115	2.45	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	61.828	0.909	0.500	0.274	0.115	2.38	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	63.467	0.906	0.500	0.267	0.115	2.32	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

DATI GENERALI

SONDAGGIO S2

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE
Titolo lavoro: PUO Porto di Andora
Data 02/02/2019
Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA
Profondità falda idrica 3.25 m

DATI SIMICI
Accelerazione Bedrock 0.138

Tipo Suolo: E-Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s
Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<=15°

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS)	1.6	
Coefficiente amplificazione topografica (ST)	1	
Magnitudo momento sismico (Mw)	6	
Distanza epicentro	10	Km
Peak ground acceleration (PGA)	0.2208	

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unià volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	7.5	18	18	25	0.201	0	0	0
2		7.5	10	18	18	18	0.145	0	0	0
3		10	13	18	18	22	0.145	0	0	0
4		13	15	18	18	27	0.145	0	0	0

FC (%)	Validità
15	Valido
15	Valido
40	Valido
40	Valido

Dr (%)	Validità
70	Valido per sabbie-limose e limi
60	Valido per sabbie-limose e limi
65	Valido per sabbie-limose e limi
70	Valido per sabbie-limose e limi

Consistenza terreno	Validità
Mediamente sciolto	Sabbie limose
Mediamente sciolto	Sabbie limose
Mediamente denso	Sabbie limose
Mediamente denso	Sabbie limose

Boulanger e Idriss, 2014

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
3.45	62.100	60.139	1.200	33.270	0.985	1.508	0.146	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	61.777	1.189	32.988	0.980	1.429	0.150	9.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	63.416	1.178	32.717	0.976	1.356	0.153	8.86	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	65.055	1.168	32.455	0.971	1.291	0.156	8.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	66.693	1.158	32.202	0.966	1.226	0.159	7.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	68.332	1.148	31.958	0.961	1.166	0.162	7.21	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	69.971	1.143	31.826	0.956	1.133	0.164	6.90	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	71.609	1.133	31.589	0.951	1.081	0.166	6.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	73.248	1.124	31.359	0.946	1.033	0.168	6.14	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	74.887	1.115	31.136	0.941	0.990	0.170	5.81	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	76.525	1.106	30.920	0.935	0.951	0.172	5.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	78.164	1.098	30.710	0.930	0.915	0.174	5.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	79.803	1.090	30.506	0.925	0.881	0.175	5.03	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	81.441	1.084	30.366	0.920	0.858	0.176	4.86	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	83.080	1.076	30.167	0.914	0.829	0.178	4.66	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.45	116.100	84.719	1.068	29.973	0.909	0.801	0.179	4.48	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.65	119.700	86.357	1.061	29.785	0.903	0.776	0.180	4.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.85	123.300	87.996	1.054	29.601	0.898	0.752	0.181	4.17	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.05	126.900	89.635	1.046	29.422	0.892	0.730	0.181	4.03	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.25	130.500	91.273	1.039	29.247	0.887	0.709	0.182	3.90	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.45	134.100	92.912	1.033	29.076	0.881	0.690	0.183	3.78	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.65	137.700	94.551	1.030	21.805	0.876	0.312	0.183	1.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.85	141.300	96.189	1.023	21.669	0.870	0.308	0.183	1.68	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.05	144.900	97.828	1.015	21.535	0.864	0.304	0.184	1.65	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.25	148.500	99.467	1.008	21.405	0.859	0.300	0.184	1.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.45	152.100	101.105	1.001	21.278	0.853	0.296	0.184	1.61	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.65	155.700	102.744	0.994	21.152	0.847	0.292	0.184	1.59	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.85	159.300	104.383	0.987	21.028	0.842	0.289	0.184	1.57	Terreno non suscettibile di liquefazione

9.05	162.900	106.021	0.980	20.906	0.836	0.285	0.184	1.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.25	166.500	107.660	0.974	20.788	0.830	0.282	0.184	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.45	170.100	109.299	0.967	20.671	0.825	0.279	0.184	1.51	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.65	173.700	110.937	0.961	20.558	0.819	0.276	0.184	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.85	177.300	112.576	0.955	20.447	0.813	0.273	0.184	1.48	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.05	180.900	114.215	0.954	26.572	0.808	0.483	0.184	2.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.25	184.500	115.853	0.949	26.456	0.802	0.476	0.183	2.60	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.45	188.100	117.492	0.943	26.311	0.796	0.467	0.183	2.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.65	191.700	119.131	0.937	26.196	0.791	0.460	0.183	2.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.85	195.300	120.770	0.932	26.084	0.785	0.453	0.182	2.49	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.05	198.900	122.408	0.927	25.974	0.779	0.446	0.182	2.46	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.25	202.500	124.047	0.922	25.866	0.774	0.440	0.181	2.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.45	206.100	125.686	0.917	25.759	0.768	0.434	0.181	2.40	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.65	209.700	127.324	0.913	25.655	0.762	0.429	0.180	2.38	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.85	213.300	128.963	0.908	25.553	0.757	0.423	0.180	2.35	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.05	216.900	130.602	0.903	25.452	0.751	0.418	0.179	2.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.25	220.500	132.240	0.899	25.353	0.746	0.412	0.178	2.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.45	224.100	133.879	0.895	25.256	0.740	0.407	0.178	2.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.65	227.700	135.518	0.890	25.160	0.735	0.403	0.177	2.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.85	231.300	137.156	0.886	25.066	0.729	0.398	0.176	2.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.05	234.900	138.795	0.890	29.609	0.724	0.687	0.176	3.90	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.25	238.500	140.434	0.886	29.504	0.718	0.675	0.175	3.85	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.45	242.100	142.072	0.882	29.402	0.713	0.663	0.174	3.80	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.65	245.700	143.711	0.879	29.301	0.708	0.652	0.174	3.76	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.85	249.300	145.350	0.875	29.202	0.702	0.642	0.173	3.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.05	252.900	146.988	0.868	29.017	0.697	0.624	0.172	3.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.25	256.500	148.627	0.865	28.918	0.692	0.615	0.171	3.59	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.45	260.100	150.266	0.861	28.821	0.687	0.605	0.171	3.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.65	263.700	151.904	0.857	28.725	0.682	0.596	0.170	3.51	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.85	267.300	153.543	0.854	28.631	0.676	0.588	0.169	3.48	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Cortè (1985)

Numero dei cicli equivalenti 5
Coefficiente A 0.66

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
3.45	62.100	60.139	0.948	0.330	0.141	2.35	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	61.777	0.945	0.328	0.144	2.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	63.416	0.942	0.327	0.148	2.21	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	65.055	0.939	0.325	0.151	2.15	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	66.693	0.936	0.323	0.154	2.10	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	68.332	0.933	0.322	0.157	2.05	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	69.971	0.930	0.320	0.160	2.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	71.609	0.927	0.318	0.162	1.96	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	73.248	0.924	0.317	0.165	1.92	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	74.887	0.921	0.315	0.167	1.89	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	76.525	0.918	0.314	0.169	1.86	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	78.164	0.915	0.312	0.171	1.83	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	79.803	0.912	0.311	0.173	1.80	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	81.441	0.909	0.309	0.174	1.77	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	83.080	0.906	0.308	0.176	1.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.45	116.100	84.719	0.903	0.306	0.178	1.72	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.65	119.700	86.357	0.900	0.305	0.179	1.70	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.85	123.300	87.996	0.897	0.304	0.180	1.68	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.05	126.900	89.635	0.894	0.302	0.182	1.66	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.25	130.500	91.273	0.891	0.301	0.183	1.65	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.45	134.100	92.912	0.888	0.300	0.184	1.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.65	137.700	94.551	0.885	0.283	0.185	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.85	141.300	96.189	0.882	0.282	0.186	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.05	144.900	97.828	0.879	0.281	0.187	1.51	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.25	148.500	99.467	0.876	0.280	0.188	1.49	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.45	152.100	101.105	0.873	0.279	0.189	1.48	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.65	155.700	102.744	0.870	0.278	0.189	1.47	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.85	159.300	104.383	0.867	0.277	0.190	1.46	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.05	162.900	106.021	0.864	0.276	0.191	1.45	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.25	166.500	107.660	0.861	0.275	0.191	1.44	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.45	170.100	109.299	0.858	0.274	0.192	1.43	Terreno non suscettibile di liquefazione

9.65	173.700	110.937	0.855	0.273	0.192	1.42	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.85	177.300	112.576	0.852	0.272	0.193	1.41	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.05	180.900	114.215	0.849	0.293	0.193	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.25	184.500	115.853	0.846	0.292	0.193	1.51	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.45	188.100	117.492	0.843	0.291	0.194	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.65	191.700	119.131	0.840	0.290	0.194	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.85	195.300	120.770	0.837	0.289	0.194	1.49	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.05	198.900	122.408	0.834	0.288	0.195	1.48	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.25	202.500	124.047	0.831	0.287	0.195	1.48	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.45	206.100	125.686	0.828	0.286	0.195	1.47	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.65	209.700	127.324	0.825	0.286	0.195	1.46	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.85	213.300	128.963	0.822	0.285	0.195	1.46	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.05	216.900	130.602	0.819	0.284	0.195	1.45	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.25	220.500	132.240	0.816	0.283	0.195	1.45	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.45	224.100	133.879	0.813	0.282	0.195	1.44	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.65	227.700	135.518	0.810	0.281	0.195	1.44	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.85	231.300	137.156	0.807	0.280	0.195	1.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.05	234.900	138.795	0.804	0.303	0.195	1.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.25	238.500	140.434	0.801	0.302	0.195	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.45	242.100	142.072	0.798	0.301	0.195	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.65	245.700	143.711	0.795	0.300	0.195	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.85	249.300	145.350	0.792	0.299	0.195	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.05	252.900	146.988	0.789	0.298	0.195	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.25	256.500	148.627	0.786	0.297	0.195	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.45	260.100	150.266	0.783	0.296	0.195	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.65	263.700	151.904	0.780	0.295	0.194	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.85	267.300	153.543	0.777	0.295	0.194	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Finn & Cortè (1985)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
3.45	62.100	60.139	0.948	0.525	0.141	3.73	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	61.777	0.945	0.518	0.144	3.59	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	63.416	0.942	0.511	0.148	3.46	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	65.055	0.939	0.505	0.151	3.34	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	66.693	0.936	0.499	0.154	3.24	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	68.332	0.933	0.493	0.157	3.14	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	69.971	0.930	0.487	0.160	3.05	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	71.609	0.927	0.482	0.162	2.97	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	73.248	0.924	0.476	0.165	2.89	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	74.887	0.921	0.471	0.167	2.82	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	76.525	0.918	0.465	0.169	2.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	78.164	0.915	0.460	0.171	2.69	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	79.803	0.912	0.455	0.173	2.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	81.441	0.909	0.450	0.174	2.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	83.080	0.906	0.445	0.176	2.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.45	116.100	84.719	0.903	0.440	0.178	2.48	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.65	119.700	86.357	0.900	0.436	0.179	2.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.85	123.300	87.996	0.897	0.431	0.180	2.39	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.05	126.900	89.635	0.894	0.427	0.182	2.35	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.25	130.500	91.273	0.891	0.422	0.183	2.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.45	134.100	92.912	0.888	0.418	0.184	2.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.65	137.700	94.551	0.885	0.298	0.185	1.61	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.85	141.300	96.189	0.882	0.295	0.186	1.59	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.05	144.900	97.828	0.879	0.292	0.187	1.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.25	148.500	99.467	0.876	0.289	0.188	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.45	152.100	101.105	0.873	0.287	0.189	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.65	155.700	102.744	0.870	0.284	0.189	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.85	159.300	104.383	0.867	0.281	0.190	1.48	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.05	162.900	106.021	0.864	0.278	0.191	1.46	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.25	166.500	107.660	0.861	0.276	0.191	1.44	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.45	170.100	109.299	0.858	0.273	0.192	1.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.65	173.700	110.937	0.855	0.271	0.192	1.41	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.85	177.300	112.576	0.852	0.268	0.193	1.39	Terreno non suscettibile di liquefazione

10.05	180.900	114.215	0.849	0.325	0.193	1.68	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.25	184.500	115.853	0.846	0.322	0.193	1.67	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.45	188.100	117.492	0.843	0.319	0.194	1.65	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.65	191.700	119.131	0.840	0.317	0.194	1.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.85	195.300	120.770	0.837	0.314	0.194	1.62	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.05	198.900	122.408	0.834	0.311	0.195	1.60	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.25	202.500	124.047	0.831	0.308	0.195	1.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.45	206.100	125.686	0.828	0.306	0.195	1.57	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.65	209.700	127.324	0.825	0.303	0.195	1.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.85	213.300	128.963	0.822	0.301	0.195	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.05	216.900	130.602	0.819	0.298	0.195	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.25	220.500	132.240	0.816	0.296	0.195	1.51	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.45	224.100	133.879	0.813	0.294	0.195	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.65	227.700	135.518	0.810	0.291	0.195	1.49	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.85	231.300	137.156	0.807	0.289	0.195	1.48	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.05	234.900	138.795	0.804	0.352	0.195	1.80	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.25	238.500	140.434	0.801	0.349	0.195	1.79	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.45	242.100	142.072	0.798	0.346	0.195	1.77	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.65	245.700	143.711	0.795	0.344	0.195	1.76	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.85	249.300	145.350	0.792	0.341	0.195	1.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.05	252.900	146.988	0.789	0.338	0.195	1.74	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.25	256.500	148.627	0.786	0.336	0.195	1.72	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.45	260.100	150.266	0.783	0.333	0.195	1.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.65	263.700	151.904	0.780	0.331	0.194	1.70	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.85	267.300	153.543	0.777	0.328	0.194	1.69	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=38.74 Zcrit=20 m Rischio=Molto alto

Iwasaki et alii (1978; 1984)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
3.45	62.100	60.139	0.948	0.4390235	0.079	5.53	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.65	65.700	61.777	0.945	0.4365984	0.082	5.36	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.85	69.300	63.416	0.942	0.4342185	0.083	5.20	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.05	72.900	65.055	0.939	0.4318825	0.085	5.06	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.25	76.500	66.693	0.936	0.429589	0.087	4.93	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.45	80.100	68.332	0.933	0.4273369	0.089	4.82	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.65	83.700	69.971	0.930	0.4251248	0.090	4.71	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.85	87.300	71.609	0.927	0.4229515	0.092	4.61	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.05	90.900	73.248	0.924	0.4208161	0.093	4.52	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.25	94.500	74.887	0.921	0.4187173	0.094	4.44	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.45	98.100	76.525	0.918	0.4166541	0.095	4.36	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.65	101.700	78.164	0.915	0.4146256	0.097	4.29	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.85	105.300	79.803	0.912	0.4126308	0.098	4.23	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.05	108.900	81.441	0.909	0.4106687	0.099	4.17	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.25	112.500	83.080	0.906	0.4087385	0.100	4.11	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.45	116.100	84.719	0.903	0.4068393	0.100	4.05	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.65	119.700	86.357	0.900	0.4049703	0.101	4.00	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.85	123.300	87.996	0.897	0.4031307	0.102	3.95	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.05	126.900	89.635	0.894	0.4013198	0.103	3.91	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.25	130.500	91.273	0.891	0.3995368	0.103	3.87	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.45	134.100	92.912	0.888	0.3977809	0.104	3.83	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.65	137.700	94.551	0.885	0.3761815	0.105	3.60	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.85	141.300	96.189	0.882	0.374736	0.105	3.57	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.05	144.900	97.828	0.879	0.3733119	0.106	3.53	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.25	148.500	99.467	0.876	0.3719088	0.106	3.51	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.45	152.100	101.105	0.873	0.370526	0.107	3.48	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.65	155.700	102.744	0.870	0.369163	0.107	3.45	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.85	159.300	104.383	0.867	0.3678195	0.107	3.43	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.05	162.900	106.021	0.864	0.3664949	0.108	3.40	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.25	166.500	107.660	0.861	0.3651889	0.108	3.38	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.45	170.100	109.299	0.858	0.3639009	0.108	3.36	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.65	173.700	110.937	0.855	0.3626306	0.109	3.34	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

9.85	177.300	112.576	0.852	0.3613775	0.109	3.32	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.05	180.900	114.215	0.849	0.3890633	0.109	3.57	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.25	184.500	115.853	0.846	0.387715	0.109	3.55	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.45	188.100	117.492	0.843	0.3863845	0.109	3.53	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.65	191.700	119.131	0.840	0.3850714	0.110	3.51	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.85	195.300	120.770	0.837	0.3837754	0.110	3.50	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.05	198.900	122.408	0.834	0.3824961	0.110	3.48	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.25	202.500	124.047	0.831	0.3812331	0.110	3.46	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.45	206.100	125.686	0.828	0.3799862	0.110	3.45	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.65	209.700	127.324	0.825	0.3787549	0.110	3.44	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.85	213.300	128.963	0.822	0.377539	0.110	3.42	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.05	216.900	130.602	0.819	0.3763381	0.110	3.41	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.25	220.500	132.240	0.816	0.375152	0.110	3.40	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.45	224.100	133.879	0.813	0.3739803	0.110	3.39	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.65	227.700	135.518	0.810	0.3728227	0.110	3.38	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.85	231.300	137.156	0.807	0.3716789	0.110	3.37	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.05	234.900	138.795	0.804	0.4012182	0.110	3.63	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.25	238.500	140.434	0.801	0.3999809	0.110	3.62	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.45	242.100	142.072	0.798	0.3987581	0.110	3.61	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.65	245.700	143.711	0.795	0.3975495	0.110	3.61	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.85	249.300	145.350	0.792	0.3963547	0.110	3.60	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.05	252.900	146.988	0.789	0.3951737	0.110	3.59	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.25	256.500	148.627	0.786	0.394006	0.110	3.58	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.45	260.100	150.266	0.783	0.3928514	0.110	3.57	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.65	263.700	151.904	0.780	0.3917098	0.110	3.57	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.85	267.300	153.543	0.777	0.3905807	0.110	3.56	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Metodo dell'Eurocodice 8 (ENV 1998-5)

Energy Ratio (ER)	0.6
Correzione per ER (CE) (CE)	1
Correzione per la magnitudo (MSF)	1.77

Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
7	7	<= 10	E-Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s	Valido
30	8	<= 10	E-Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s	Valido
30	8	<= 10	E-Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s	Valido
30	8	<= 10	E-Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s	Valido

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Probabilità di liquefazione (%)
3.45	62.100	60.139	1.290	35.809	0.974	0.621	0.071	8.701	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.044
3.65	65.700	61.777	1.272	35.360	0.972	0.588	0.073	8.019	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.057
3.85	69.300	63.416	1.256	34.929	0.971	0.560	0.075	7.439	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.072
4.05	72.900	65.055	1.240	34.514	0.969	0.535	0.077	6.939	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.089
4.25	76.500	66.693	1.225	34.115	0.967	0.512	0.079	6.502	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.109
4.45	80.100	68.332	1.210	33.730	0.966	0.491	0.080	6.117	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.132
4.65	83.700	69.971	1.195	33.358	0.964	0.473	0.082	5.772	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.157
4.85	87.300	71.609	1.182	33.000	0.963	0.455	0.083	5.461	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.187
5.05	90.900	73.248	1.168	32.653	0.961	0.438	0.085	5.174	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.221
5.25	94.500	74.887	1.156	32.319	0.960	0.421	0.086	4.904	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.261
5.45	98.100	76.525	1.143	31.994	0.958	0.405	0.087	4.642	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.309
5.65	101.700	78.164	1.131	31.680	0.957	0.386	0.088	4.374	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.371
5.85	105.300	79.803	1.119	31.376	0.955	0.364	0.089	4.074	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.462
6.05	108.900	81.441	1.108	31.081	0.954	0.333	0.090	3.681	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.632
6.25	112.500	83.080	1.097	30.795	0.952	0.270	0.091	2.950	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.247
6.45	116.100	84.719	1.086	30.517	0.951	-0.095	0.092	-1.032	Terreno suscettibile di liquefazione	1.247
6.65	119.700	86.357	1.076	30.247	0.949	0.658	0.093	7.053	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.085
6.85	123.300	87.996	1.066	29.985	0.948	0.484	0.094	5.134	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.226

7.05	126.900	89.635	1.056	29.730	0.946	0.437	0.095	4.594	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.319
7.25	130.500	91.273	1.047	29.482	0.945	0.412	0.096	4.301	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.391
7.45	134.100	92.912	1.037	29.240	0.943	0.396	0.097	4.100	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.453
7.65	137.700	94.551	1.028	27.214	0.941	0.328	0.097	3.371	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.828
7.85	141.300	96.189	1.020	27.024	0.940	0.324	0.098	3.303	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.881
8.05	144.900	97.828	1.011	26.838	0.938	0.320	0.099	3.240	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.935
8.25	148.500	99.467	1.003	26.658	0.937	0.316	0.099	3.181	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.989
8.45	152.100	101.105	0.995	26.482	0.935	0.312	0.100	3.126	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.044
8.65	155.700	102.744	0.987	26.310	0.934	0.309	0.100	3.074	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.099
8.85	159.300	104.383	0.979	26.142	0.932	0.305	0.101	3.025	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.154
9.05	162.900	106.021	0.971	25.978	0.931	0.302	0.101	2.979	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.210
9.25	166.500	107.660	0.964	25.817	1.149	0.299	0.126	2.373	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.419
9.45	170.100	109.299	0.957	25.661	1.149	0.296	0.127	2.337	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.534
9.65	173.700	110.937	0.949	25.508	1.148	0.294	0.128	2.302	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.650
9.85	177.300	112.576	0.942	25.358	1.148	0.291	0.128	2.270	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.767
10.05	180.900	114.215	0.936	29.703	1.147	0.433	0.129	3.360	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.836
10.25	184.500	115.853	0.929	29.527	1.147	0.416	0.130	3.209	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.963
10.45	188.100	117.492	0.923	29.356	1.146	0.403	0.130	3.096	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.076
10.65	191.700	119.131	0.916	29.188	1.146	0.393	0.131	3.004	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.179
10.85	195.300	120.770	0.910	29.023	1.145	0.385	0.131	2.927	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.277
11.05	198.900	122.408	0.904	28.862	1.144	0.377	0.132	2.860	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.371
11.25	202.500	124.047	0.898	28.703	1.144	0.371	0.133	2.800	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.462
11.45	206.100	125.686	0.892	28.548	1.143	0.365	0.133	2.746	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.552
11.65	209.700	127.324	0.886	28.396	1.143	0.360	0.134	2.697	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.641
11.85	213.300	128.963	0.881	28.247	1.142	0.355	0.134	2.651	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.728
12.05	216.900	130.602	0.875	28.101	1.142	0.351	0.135	2.609	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.815
12.25	220.500	132.240	0.870	27.957	1.141	0.347	0.135	2.569	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.902
12.45	224.100	133.879	0.864	27.816	1.141	0.343	0.135	2.532	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.988
12.65	227.700	135.518	0.859	27.678	1.140	0.339	0.136	2.496	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.075
12.85	231.300	137.156	0.854	27.542	1.140	0.336	0.136	2.463	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.161
13.05	234.900	138.795	0.849	32.502	1.139	0.431	0.137	3.147	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.023
13.25	238.500	140.434	0.844	32.341	1.139	0.423	0.137	3.080	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.093
13.45	242.100	142.072	0.839	32.183	1.138	0.415	0.138	3.012	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.170
13.65	245.700	143.711	0.834	32.027	1.138	0.406	0.138	2.945	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.254
13.85	249.300	145.350	0.829	31.874	1.137	0.398	0.138	2.876	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.348
14.05	252.900	146.988	0.825	31.724	1.136	0.389	0.139	2.804	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.456
14.25	256.500	148.627	0.820	31.576	1.136	0.379	0.139	2.728	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.584
14.45	260.100	150.266	0.816	31.431	1.135	0.369	0.139	2.645	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.740
14.65	263.700	151.904	0.811	31.288	1.135	0.357	0.140	2.551	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.943
14.85	267.300	153.543	0.807	31.148	1.134	0.342	0.140	2.438	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.229

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Seed e Idriss (1982)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
3.45	62.100	60.139	1.257	38.928	0.948	0.433	0.079	5.45	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	61.777	1.242	38.550	0.945	0.428	0.082	5.25	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	63.416	1.227	38.187	0.942	0.424	0.083	5.08	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	65.055	1.213	37.836	0.939	0.420	0.085	4.93	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	66.693	1.200	37.499	0.936	0.417	0.087	4.78	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	68.332	1.187	37.173	0.933	0.413	0.089	4.66	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	69.971	1.174	36.858	0.930	0.410	0.090	4.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	71.609	1.162	36.554	0.927	0.406	0.092	4.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	73.248	1.150	36.260	0.924	0.403	0.093	4.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	74.887	1.139	35.975	0.921	0.400	0.094	4.24	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	76.525	1.128	35.699	0.918	0.397	0.095	4.16	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	78.164	1.117	35.431	0.915	0.394	0.097	4.08	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	79.803	1.107	35.171	0.912	0.391	0.098	4.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	81.441	1.097	34.920	0.909	0.388	0.099	3.94	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	83.080	1.087	34.675	0.906	0.385	0.100	3.87	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.45	116.100	84.719	1.077	34.437	0.903	0.383	0.100	3.81	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.65	119.700	86.357	1.068	34.206	0.900	0.380	0.101	3.76	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.85	123.300	87.996	1.059	33.981	0.897	0.378	0.102	3.70	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.05	126.900	89.635	1.050	33.762	0.894	0.375	0.103	3.65	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.25	130.500	91.273	1.042	33.549	0.891	0.373	0.103	3.61	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.45	134.100	92.912	1.034	33.341	0.888	0.370	0.104	3.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.65	137.700	94.551	1.031	26.063	0.885	0.290	0.105	2.77	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.85	141.300	96.189	1.022	25.889	0.882	0.288	0.105	2.74	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.05	144.900	97.828	1.012	25.719	0.879	0.286	0.106	2.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.25	148.500	99.467	1.003	25.553	0.876	0.284	0.106	2.68	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.45	152.100	101.105	0.994	25.391	0.873	0.282	0.107	2.65	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.65	155.700	102.744	0.985	25.234	0.870	0.280	0.107	2.62	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.85	159.300	104.383	0.977	25.080	0.867	0.279	0.107	2.60	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.05	162.900	106.021	0.968	24.930	0.864	0.277	0.108	2.57	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.25	166.500	107.660	0.960	24.784	0.861	0.275	0.108	2.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.45	170.100	109.299	0.952	24.641	0.858	0.274	0.108	2.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.65	173.700	110.937	0.945	24.501	0.855	0.272	0.109	2.51	Terreno non suscettibile di liquefazione

9.85	177.300	112.576	0.937	24.365	0.852	0.271	0.109	2.49	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.05	180.900	114.215	0.942	28.223	0.849	0.314	0.109	2.87	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.25	184.500	115.853	0.936	28.090	0.846	0.312	0.109	2.86	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.45	188.100	117.492	0.930	27.961	0.843	0.311	0.109	2.84	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.65	191.700	119.131	0.924	27.833	0.840	0.309	0.110	2.82	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.85	195.300	120.770	0.919	27.709	0.837	0.308	0.110	2.80	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.05	198.900	122.408	0.913	27.587	0.834	0.307	0.110	2.79	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.25	202.500	124.047	0.908	27.467	0.831	0.305	0.110	2.77	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.45	206.100	125.686	0.902	27.349	0.828	0.304	0.110	2.76	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.65	209.700	127.324	0.897	27.234	0.825	0.303	0.110	2.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.85	213.300	128.963	0.892	27.121	0.822	0.301	0.110	2.73	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.05	216.900	130.602	0.887	27.009	0.819	0.300	0.110	2.72	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.25	220.500	132.240	0.882	26.900	0.816	0.299	0.110	2.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.45	224.100	133.879	0.877	26.793	0.813	0.298	0.110	2.70	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.65	227.700	135.518	0.872	26.688	0.810	0.297	0.110	2.69	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.85	231.300	137.156	0.867	26.584	0.807	0.295	0.110	2.68	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.05	234.900	138.795	0.863	30.797	0.804	0.342	0.110	3.10	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.25	238.500	140.434	0.858	30.674	0.801	0.341	0.110	3.09	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.45	242.100	142.072	0.854	30.553	0.798	0.339	0.110	3.08	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.65	245.700	143.711	0.849	30.435	0.795	0.338	0.110	3.07	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.85	249.300	145.350	0.845	30.318	0.792	0.337	0.110	3.06	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.05	252.900	146.988	0.841	30.203	0.789	0.336	0.110	3.05	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.25	256.500	148.627	0.837	30.090	0.786	0.334	0.110	3.04	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.45	260.100	150.266	0.833	29.979	0.783	0.333	0.110	3.03	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.65	263.700	151.904	0.829	29.870	0.780	0.332	0.110	3.02	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.85	267.300	153.543	0.825	29.762	0.777	0.331	0.110	3.01	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Tokimatsu e Yoshimi

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Coefficiente correttivo (rn)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
3.45	62.100	60.139	0.948	0.500	10.774	0.070	153.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	61.777	0.945	0.500	9.996	0.072	138.57	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	63.416	0.942	0.500	9.286	0.074	125.67	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	65.055	0.939	0.500	8.636	0.076	114.34	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	66.693	0.936	0.500	8.040	0.077	104.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	68.332	0.933	0.500	7.494	0.079	95.47	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	69.971	0.930	0.500	6.993	0.080	87.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	71.609	0.927	0.500	6.533	0.081	80.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	73.248	0.924	0.500	6.109	0.082	74.22	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	74.887	0.921	0.500	5.718	0.083	68.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	76.525	0.918	0.500	5.358	0.084	63.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	78.164	0.915	0.500	5.026	0.085	58.81	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	79.803	0.912	0.500	4.719	0.086	54.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	81.441	0.909	0.500	4.435	0.087	50.83	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	83.080	0.906	0.500	4.172	0.088	47.37	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.45	116.100	84.719	0.903	0.500	3.928	0.089	44.22	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.65	119.700	86.357	0.900	0.500	3.702	0.090	41.34	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.85	123.300	87.996	0.897	0.500	3.492	0.090	38.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.05	126.900	89.635	0.894	0.500	3.297	0.091	36.30	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.25	130.500	91.273	0.891	0.500	3.116	0.091	34.08	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.45	134.100	92.912	0.888	0.500	2.948	0.092	32.04	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.65	137.700	94.551	0.885	0.500	0.595	0.093	6.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.85	141.300	96.189	0.882	0.500	0.573	0.093	6.16	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.05	144.900	97.828	0.879	0.500	0.552	0.093	5.91	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.25	148.500	99.467	0.876	0.500	0.533	0.094	5.68	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.45	152.100	101.105	0.873	0.500	0.515	0.094	5.46	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.65	155.700	102.744	0.870	0.500	0.498	0.095	5.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.85	159.300	104.383	0.867	0.500	0.482	0.095	5.07	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.05	162.900	106.021	0.864	0.500	0.467	0.095	4.90	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.25	166.500	107.660	0.861	0.500	0.452	0.096	4.73	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.45	170.100	109.299	0.858	0.500	0.439	0.096	4.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.65	173.700	110.937	0.855	0.500	0.426	0.096	4.44	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.85	177.300	112.576	0.852	0.500	0.415	0.096	4.30	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.05	180.900	114.215	0.849	0.500	0.847	0.097	8.78	Terreno non suscettibile di liquefazione

10.25	184.500	115.853	0.846	0.500	0.815	0.097	8.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.45	188.100	117.492	0.843	0.500	0.785	0.097	8.10	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.65	191.700	119.131	0.840	0.500	0.757	0.097	7.80	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.85	195.300	120.770	0.837	0.500	0.730	0.097	7.51	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.05	198.900	122.408	0.834	0.500	0.704	0.097	7.24	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.25	202.500	124.047	0.831	0.500	0.680	0.097	6.99	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.45	206.100	125.686	0.828	0.500	0.658	0.097	6.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.65	209.700	127.324	0.825	0.500	0.636	0.098	6.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.85	213.300	128.963	0.822	0.500	0.616	0.098	6.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.05	216.900	130.602	0.819	0.500	0.597	0.098	6.11	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.25	220.500	132.240	0.816	0.500	0.579	0.098	5.93	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.45	224.100	133.879	0.813	0.500	0.562	0.098	5.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.65	227.700	135.518	0.810	0.500	0.545	0.098	5.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.85	231.300	137.156	0.807	0.500	0.530	0.098	5.42	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.05	234.900	138.795	0.804	0.500	1.213	0.098	12.41	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.25	238.500	140.434	0.801	0.500	1.168	0.098	11.96	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.45	242.100	142.072	0.798	0.500	1.126	0.098	11.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.65	245.700	143.711	0.795	0.500	1.086	0.098	11.13	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.85	249.300	145.350	0.792	0.500	1.048	0.098	10.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.05	252.900	146.988	0.789	0.500	1.012	0.097	10.39	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.25	256.500	148.627	0.786	0.500	0.978	0.097	10.04	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.45	260.100	150.266	0.783	0.500	0.945	0.097	9.72	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.65	263.700	151.904	0.780	0.500	0.914	0.097	9.41	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.85	267.300	153.543	0.777	0.500	0.885	0.097	9.11	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE S3
Titolo lavoro: PUO PORTO DI ANDORA
Data 02/02/2019
Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA
Profondità falda idrica 1.5 m

DATI SIMICI
Accelerazione Bedrock 0.138

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360
Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<=15°

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS)	1.5	
Coefficiente amplificazione topografica (ST)	1	
Magnitudo momento sismico (Mw)	6	
Distanza epicentro	10	Km
Peak ground acceleration (PGA)	0.207	

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unià volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	7.5	18	18	12	0.15	0	0	0
2		7.5	10	18	18	15	0.148	0	0	0
3		10	13	18	18	18	0.148	0	0	0
4		13	16	18	18	27	0.227	0	0	0

FC (%)	Validità
12	Valido
12	Valido
20	Valido
4	Valido

Dr (%)	Validità
51	Valido per sabbie pulite
55	Valido per sabbie pulite
60	Valido per sabbie pulite
73	Valido per sabbie pulite

Consistenza terreno	Validità
Mediamente sciolto	Sabbie limose
Mediamente sciolto	Sabbie limose
Mediamente denso	Sabbie limose
Mediamente denso	Sabbie limose

Boulanger e Idriss, 2014

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
5.10	91.800	56.496	1.308	17.772	0.945	0.242	0.207	1.17	Terreno suscettibile di liquefazione
5.30	95.400	58.135	1.298	17.653	0.939	0.239	0.207	1.15	Terreno suscettibile di liquefazione
5.50	99.000	59.773	1.282	17.451	0.934	0.235	0.208	1.13	Terreno suscettibile di liquefazione
5.70	102.600	61.412	1.265	17.257	0.929	0.231	0.209	1.11	Terreno suscettibile di liquefazione
5.90	106.200	63.051	1.250	17.070	0.924	0.227	0.209	1.09	Terreno suscettibile di liquefazione
6.10	109.800	64.689	1.235	16.890	0.918	0.224	0.210	1.07	Terreno suscettibile di liquefazione
6.30	113.400	66.328	1.220	16.717	0.913	0.220	0.210	1.05	Terreno suscettibile di liquefazione
6.50	117.000	67.967	1.211	16.608	0.907	0.218	0.210	1.04	Terreno suscettibile di liquefazione
6.70	120.600	69.605	1.198	16.443	0.902	0.215	0.210	1.02	Terreno suscettibile di liquefazione
6.90	124.200	71.244	1.184	16.283	0.896	0.212	0.210	1.01	Terreno suscettibile di liquefazione
7.10	127.800	72.883	1.171	16.129	0.891	0.209	0.210	0.99	Terreno suscettibile di liquefazione
7.30	131.400	74.521	1.159	15.979	0.885	0.206	0.210	0.98	Terreno suscettibile di liquefazione
7.50	135.000	76.160	1.147	15.835	0.880	0.203	0.210	0.97	Terreno suscettibile di liquefazione
7.70	138.600	77.799	1.126	18.966	0.874	0.255	0.210	1.22	Terreno suscettibile di liquefazione
7.90	142.200	79.437	1.118	18.849	0.869	0.252	0.209	1.21	Terreno suscettibile di liquefazione
8.10	145.800	81.076	1.108	18.693	0.863	0.249	0.209	1.19	Terreno suscettibile di liquefazione
8.30	149.400	82.715	1.098	18.540	0.857	0.245	0.208	1.18	Terreno suscettibile di liquefazione
8.50	153.000	84.353	1.088	18.392	0.852	0.242	0.208	1.16	Terreno suscettibile di liquefazione
8.70	156.600	85.992	1.078	18.249	0.846	0.239	0.207	1.15	Terreno suscettibile di liquefazione
8.90	160.200	87.631	1.069	18.109	0.840	0.236	0.207	1.14	Terreno suscettibile di liquefazione
9.10	163.800	89.269	1.060	17.973	0.835	0.233	0.206	1.13	Terreno suscettibile di liquefazione
9.30	167.400	90.908	1.051	17.840	0.829	0.230	0.205	1.12	Terreno suscettibile di liquefazione
9.50	171.000	92.547	1.044	17.725	0.823	0.228	0.205	1.11	Terreno suscettibile di liquefazione
9.70	174.600	94.185	1.035	17.597	0.817	0.225	0.204	1.10	Terreno suscettibile di liquefazione
9.90	178.200	95.824	1.027	17.471	0.812	0.223	0.203	1.10	Terreno suscettibile di liquefazione
10.10	181.800	97.463	1.016	22.774	0.806	0.338	0.202	1.67	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.30	185.400	99.101	1.009	22.646	0.800	0.333	0.201	1.66	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.50	189.000	100.740	1.002	22.522	0.795	0.329	0.201	1.64	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.70	192.600	102.379	0.996	22.398	0.789	0.325	0.200	1.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.90	196.200	104.018	0.989	22.276	0.783	0.321	0.199	1.61	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.10	199.800	105.656	0.982	22.157	0.778	0.317	0.198	1.60	Terreno non suscettibile di liquefazione

11.30	203.400	107.295	0.976	22.040	0.772	0.313	0.197	1.59	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.50	207.000	108.934	0.969	21.926	0.767	0.309	0.196	1.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.70	210.600	110.572	0.963	21.814	0.761	0.305	0.195	1.57	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.90	214.200	112.211	0.957	21.705	0.755	0.302	0.194	1.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.10	217.800	113.850	0.951	21.598	0.750	0.299	0.193	1.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.30	221.400	115.488	0.945	21.493	0.744	0.296	0.192	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.50	225.000	117.127	0.940	21.390	0.739	0.292	0.191	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.70	228.600	118.766	0.934	21.290	0.733	0.289	0.190	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.90	232.200	120.404	0.927	21.162	0.728	0.286	0.189	1.51	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.10	235.800	122.043	0.928	25.064	0.722	0.406	0.188	2.16	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.30	239.400	123.682	0.922	24.881	0.717	0.398	0.187	2.13	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.50	243.000	125.320	0.917	24.747	0.712	0.391	0.186	2.11	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.70	246.600	126.959	0.912	24.615	0.706	0.386	0.185	2.09	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.90	250.200	128.598	0.907	24.486	0.701	0.380	0.184	2.07	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.10	253.800	130.236	0.902	24.359	0.696	0.374	0.182	2.05	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.30	257.400	131.875	0.898	24.235	0.691	0.369	0.181	2.04	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.50	261.000	133.514	0.893	24.113	0.685	0.364	0.180	2.02	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.70	264.600	135.152	0.889	23.992	0.680	0.359	0.179	2.01	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.90	268.200	136.791	0.884	23.874	0.675	0.355	0.178	1.99	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.10	271.800	138.430	0.877	23.684	0.670	0.348	0.177	1.96	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.30	275.400	140.068	0.873	23.567	0.665	0.343	0.176	1.95	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.50	279.000	141.707	0.869	23.452	0.660	0.339	0.175	1.94	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.70	282.600	143.346	0.864	23.339	0.655	0.335	0.174	1.93	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.90	286.200	144.984	0.860	23.228	0.650	0.331	0.173	1.92	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0.08 Zcrit=20 m Rischio=Basso

Cortè (1985)

Numero dei cicli equivalenti 5
Coefficiente A 0.66

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
5.10	91.800	56.496	0.924	0.266	0.202	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.30	95.400	58.135	0.921	0.265	0.203	1.30	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.50	99.000	59.773	0.918	0.263	0.204	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.70	102.600	61.412	0.915	0.262	0.206	1.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.90	106.200	63.051	0.912	0.261	0.207	1.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.10	109.800	64.689	0.909	0.260	0.207	1.25	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.30	113.400	66.328	0.906	0.258	0.208	1.24	Terreno suscettibile di liquefazione
6.50	117.000	67.967	0.903	0.257	0.209	1.23	Terreno suscettibile di liquefazione
6.70	120.600	69.605	0.900	0.256	0.210	1.22	Terreno suscettibile di liquefazione
6.90	124.200	71.244	0.897	0.255	0.210	1.21	Terreno suscettibile di liquefazione
7.10	127.800	72.883	0.894	0.254	0.211	1.20	Terreno suscettibile di liquefazione
7.30	131.400	74.521	0.891	0.253	0.211	1.20	Terreno suscettibile di liquefazione
7.50	135.000	76.160	0.888	0.252	0.212	1.19	Terreno suscettibile di liquefazione
7.70	138.600	77.799	0.885	0.274	0.212	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.90	142.200	79.437	0.882	0.273	0.212	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.10	145.800	81.076	0.879	0.272	0.213	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.30	149.400	82.715	0.876	0.270	0.213	1.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.50	153.000	84.353	0.873	0.269	0.213	1.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.70	156.600	85.992	0.870	0.268	0.213	1.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.90	160.200	87.631	0.867	0.267	0.213	1.25	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.10	163.800	89.269	0.864	0.266	0.213	1.25	Terreno suscettibile di liquefazione
9.30	167.400	90.908	0.861	0.265	0.213	1.24	Terreno suscettibile di liquefazione
9.50	171.000	92.547	0.858	0.264	0.213	1.24	Terreno suscettibile di liquefazione
9.70	174.600	94.185	0.855	0.263	0.213	1.23	Terreno suscettibile di liquefazione
9.90	178.200	95.824	0.852	0.262	0.213	1.23	Terreno suscettibile di liquefazione
10.10	181.800	97.463	0.849	0.280	0.213	1.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.30	185.400	99.101	0.846	0.279	0.213	1.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.50	189.000	100.740	0.843	0.278	0.213	1.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.70	192.600	102.379	0.840	0.277	0.212	1.30	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.90	196.200	104.018	0.837	0.276	0.212	1.30	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.10	199.800	105.656	0.834	0.275	0.212	1.30	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.30	203.400	107.295	0.831	0.274	0.212	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.50	207.000	108.934	0.828	0.273	0.212	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione

11.70	210.600	110.572	0.825	0.272	0.211	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.90	214.200	112.211	0.822	0.271	0.211	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.10	217.800	113.850	0.819	0.270	0.211	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.30	221.400	115.488	0.816	0.269	0.210	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.50	225.000	117.127	0.813	0.268	0.210	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.70	228.600	118.766	0.810	0.267	0.210	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.90	232.200	120.404	0.807	0.267	0.209	1.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.10	235.800	122.043	0.804	0.279	0.209	1.34	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.30	239.400	123.682	0.801	0.278	0.208	1.34	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.50	243.000	125.320	0.798	0.277	0.208	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.70	246.600	126.959	0.795	0.276	0.208	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.90	250.200	128.598	0.792	0.275	0.207	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.10	253.800	130.236	0.789	0.274	0.207	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.30	257.400	131.875	0.786	0.273	0.206	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.50	261.000	133.514	0.783	0.272	0.206	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.70	264.600	135.152	0.780	0.271	0.205	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.90	268.200	136.791	0.777	0.271	0.205	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.10	271.800	138.430	0.774	0.270	0.204	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.30	275.400	140.068	0.771	0.269	0.204	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.50	279.000	141.707	0.768	0.268	0.203	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.70	282.600	143.346	0.765	0.267	0.203	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.90	286.200	144.984	0.762	0.266	0.202	1.31	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Finn & Cortè (1985)

Finn (1985)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
5.10	91.800	56.496	0.924	0.259	0.202	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.30	95.400	58.135	0.921	0.256	0.203	1.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.50	99.000	59.773	0.918	0.252	0.204	1.23	Terreno suscettibile di liquefazione
5.70	102.600	61.412	0.915	0.249	0.206	1.21	Terreno suscettibile di liquefazione
5.90	106.200	63.051	0.912	0.246	0.207	1.19	Terreno suscettibile di liquefazione
6.10	109.800	64.689	0.909	0.243	0.207	1.17	Terreno suscettibile di liquefazione
6.30	113.400	66.328	0.906	0.240	0.208	1.15	Terreno suscettibile di liquefazione
6.50	117.000	67.967	0.903	0.237	0.209	1.14	Terreno suscettibile di liquefazione
6.70	120.600	69.605	0.900	0.235	0.210	1.12	Terreno suscettibile di liquefazione
6.90	124.200	71.244	0.897	0.232	0.210	1.10	Terreno suscettibile di liquefazione
7.10	127.800	72.883	0.894	0.229	0.211	1.09	Terreno suscettibile di liquefazione
7.30	131.400	74.521	0.891	0.226	0.211	1.07	Terreno suscettibile di liquefazione
7.50	135.000	76.160	0.888	0.224	0.212	1.06	Terreno suscettibile di liquefazione
7.70	138.600	77.799	0.885	0.277	0.212	1.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.90	142.200	79.437	0.882	0.274	0.212	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.10	145.800	81.076	0.879	0.271	0.213	1.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.30	149.400	82.715	0.876	0.268	0.213	1.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.50	153.000	84.353	0.873	0.265	0.213	1.24	Terreno suscettibile di liquefazione
8.70	156.600	85.992	0.870	0.262	0.213	1.23	Terreno suscettibile di liquefazione
8.90	160.200	87.631	0.867	0.259	0.213	1.22	Terreno suscettibile di liquefazione
9.10	163.800	89.269	0.864	0.257	0.213	1.20	Terreno suscettibile di liquefazione
9.30	167.400	90.908	0.861	0.254	0.213	1.19	Terreno suscettibile di liquefazione
9.50	171.000	92.547	0.858	0.251	0.213	1.18	Terreno suscettibile di liquefazione
9.70	174.600	94.185	0.855	0.249	0.213	1.17	Terreno suscettibile di liquefazione
9.90	178.200	95.824	0.852	0.246	0.213	1.16	Terreno suscettibile di liquefazione
10.10	181.800	97.463	0.849	0.293	0.213	1.37	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.30	185.400	99.101	0.846	0.290	0.213	1.36	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.50	189.000	100.740	0.843	0.287	0.213	1.35	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.70	192.600	102.379	0.840	0.284	0.212	1.34	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.90	196.200	104.018	0.837	0.282	0.212	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.10	199.800	105.656	0.834	0.279	0.212	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.30	203.400	107.295	0.831	0.276	0.212	1.30	Terreno non suscettibile di liquefazione

11.50	207.000	108.934	0.828	0.274	0.212	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.70	210.600	110.572	0.825	0.271	0.211	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.90	214.200	112.211	0.822	0.269	0.211	1.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.10	217.800	113.850	0.819	0.267	0.211	1.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.30	221.400	115.488	0.816	0.264	0.210	1.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.50	225.000	117.127	0.813	0.262	0.210	1.25	Terreno suscettibile di liquefazione
12.70	228.600	118.766	0.810	0.260	0.210	1.24	Terreno suscettibile di liquefazione
12.90	232.200	120.404	0.807	0.257	0.209	1.23	Terreno suscettibile di liquefazione
13.10	235.800	122.043	0.804	0.383	0.209	1.83	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.30	239.400	123.682	0.801	0.379	0.208	1.82	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.50	243.000	125.320	0.798	0.376	0.208	1.81	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.70	246.600	126.959	0.795	0.373	0.208	1.80	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.90	250.200	128.598	0.792	0.370	0.207	1.79	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.10	253.800	130.236	0.789	0.367	0.207	1.77	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.30	257.400	131.875	0.786	0.364	0.206	1.76	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.50	261.000	133.514	0.783	0.361	0.206	1.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.70	264.600	135.152	0.780	0.358	0.205	1.74	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.90	268.200	136.791	0.777	0.355	0.205	1.73	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.10	271.800	138.430	0.774	0.352	0.204	1.72	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.30	275.400	140.068	0.771	0.350	0.204	1.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.50	279.000	141.707	0.768	0.347	0.203	1.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.70	282.600	143.346	0.765	0.344	0.203	1.70	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.90	286.200	144.984	0.762	0.341	0.202	1.69	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=57.9 Zcrit=20 m Rischio=Molto alto

Iwasaki et alii (1978; 1984)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
5.10	91.800	56.496	0.924	0.3532634	0.114	3.10	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.30	95.400	58.135	0.921	0.3515098	0.115	3.06	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.50	99.000	59.773	0.918	0.3497899	0.116	3.03	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.70	102.600	61.412	0.915	0.3481025	0.116	3.00	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.90	106.200	63.051	0.912	0.3464468	0.117	2.97	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.10	109.800	64.689	0.909	0.3448217	0.117	2.94	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.30	113.400	66.328	0.906	0.3432263	0.118	2.92	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.50	117.000	67.967	0.903	0.3416596	0.118	2.89	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.70	120.600	69.605	0.900	0.3401209	0.118	2.87	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.90	124.200	71.244	0.897	0.3386093	0.119	2.85	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.10	127.800	72.883	0.894	0.337124	0.119	2.83	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.30	131.400	74.521	0.891	0.3356644	0.119	2.81	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.50	135.000	76.160	0.888	0.3342295	0.120	2.79	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.70	138.600	77.799	0.885	0.3636418	0.120	3.04	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.90	142.200	79.437	0.882	0.3620909	0.120	3.02	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.10	145.800	81.076	0.879	0.3605655	0.120	3.00	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.30	149.400	82.715	0.876	0.3590649	0.120	2.99	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.50	153.000	84.353	0.873	0.3575885	0.120	2.97	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.70	156.600	85.992	0.870	0.3561356	0.120	2.96	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.90	160.200	87.631	0.867	0.3547056	0.120	2.95	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.10	163.800	89.269	0.864	0.353298	0.120	2.93	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.30	167.400	90.908	0.861	0.3519121	0.120	2.92	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.50	171.000	92.547	0.858	0.3505474	0.120	2.91	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.70	174.600	94.185	0.855	0.3492033	0.120	2.90	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.90	178.200	95.824	0.852	0.3478794	0.120	2.89	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.10	181.800	97.463	0.849	0.3716265	0.120	3.09	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.30	185.400	99.101	0.846	0.3702187	0.120	3.08	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.50	189.000	100.740	0.843	0.3688314	0.120	3.07	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.70	192.600	102.379	0.840	0.3674641	0.120	3.06	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.90	196.200	104.018	0.837	0.3661162	0.120	3.05	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.10	199.800	105.656	0.834	0.3647875	0.120	3.04	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.30	203.400	107.295	0.831	0.3634773	0.120	3.04	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

11.50	207.000	108.934	0.828	0.3621854	0.120	3.03	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.70	210.600	110.572	0.825	0.3609111	0.119	3.02	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.90	214.200	112.211	0.822	0.3596543	0.119	3.02	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.10	217.800	113.850	0.819	0.3584144	0.119	3.01	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.30	221.400	115.488	0.816	0.3571911	0.119	3.01	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.50	225.000	117.127	0.813	0.355984	0.119	3.00	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.70	228.600	118.766	0.810	0.3547928	0.118	3.00	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.90	232.200	120.404	0.807	0.3536171	0.118	2.99	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.10	235.800	122.043	0.804	0.37097	0.118	3.14	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.30	239.400	123.682	0.801	0.3695669	0.118	3.14	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.50	243.000	125.320	0.798	0.3681816	0.118	3.13	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.70	246.600	126.959	0.795	0.3668137	0.117	3.13	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.90	250.200	128.598	0.792	0.365463	0.117	3.12	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.10	253.800	130.236	0.789	0.3641289	0.117	3.12	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.30	257.400	131.875	0.786	0.3628112	0.117	3.11	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.50	261.000	133.514	0.783	0.3615097	0.116	3.11	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.70	264.600	135.152	0.780	0.3602238	0.116	3.10	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.90	268.200	136.791	0.777	0.3589533	0.116	3.10	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.10	271.800	138.430	0.774	0.3576979	0.115	3.10	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.30	275.400	140.068	0.771	0.3564574	0.115	3.09	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.50	279.000	141.707	0.768	0.3552314	0.115	3.09	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.70	282.600	143.346	0.765	0.3540196	0.115	3.09	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.90	286.200	144.984	0.762	0.3528219	0.114	3.09	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Metodo dell'Eurocodice 8 (ENV 1998-5)

Energy Ratio (ER)	0.6
Correzione per ER (CE) (CE)	1
Correzione per la magnitudo (MSF)	1.77

Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
28	7	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido
18	3	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido
18	3	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido
2	2	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Probabilità di liquefazione (%)
5.10	91.800	56.496	1.330	24.089	0.961	0.271	0.091	2.973	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.217
5.30	95.400	58.135	1.312	23.817	0.959	0.267	0.092	2.905	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.307
5.50	99.000	59.773	1.293	23.557	0.958	0.263	0.092	2.842	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.398
5.70	102.600	61.412	1.276	23.308	0.956	0.259	0.093	2.784	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.489
5.90	106.200	63.051	1.259	23.068	0.955	0.256	0.094	2.730	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.580
6.10	109.800	64.689	1.243	22.837	0.953	0.253	0.094	2.680	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.672
6.30	113.400	66.328	1.228	22.615	0.952	0.250	0.095	2.634	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.763
6.50	117.000	67.967	1.213	22.401	0.950	0.247	0.095	2.590	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.855
6.70	120.600	69.605	1.199	22.195	0.949	0.244	0.096	2.550	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.946
6.90	124.200	71.244	1.185	21.996	0.947	0.242	0.096	2.512	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.037
7.10	127.800	72.883	1.171	21.804	0.946	0.239	0.097	2.476	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.128
7.30	131.400	74.521	1.158	21.618	0.944	0.237	0.097	2.442	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.218
7.50	135.000	76.160	1.146	21.438	0.943	0.235	0.097	2.410	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.308
7.70	138.600	77.799	1.134	22.250	0.941	0.245	0.098	2.507	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.048
7.90	142.200	79.437	1.122	22.059	0.940	0.243	0.098	2.474	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.132
8.10	145.800	81.076	1.111	21.873	0.938	0.240	0.098	2.443	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.216
8.30	149.400	82.715	1.100	21.693	0.937	0.238	0.099	2.413	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.300
8.50	153.000	84.353	1.089	21.518	0.935	0.236	0.099	2.385	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.383

8.70	156.600	85.992	1.078	21.348	0.933	0.234	0.099	2.358	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.466
8.90	160.200	87.631	1.068	21.183	0.932	0.232	0.099	2.333	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.548
9.10	163.800	89.269	1.058	21.023	0.930	0.230	0.100	2.308	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.630
9.30	167.400	90.908	1.049	20.867	1.149	0.228	0.123	1.847	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.115
9.50	171.000	92.547	1.039	20.715	1.149	0.226	0.124	1.827	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.281
9.70	174.600	94.185	1.030	20.567	1.148	0.224	0.124	1.808	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.448
9.90	178.200	95.824	1.022	20.423	1.148	0.223	0.124	1.789	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.614
10.10	181.800	97.463	1.013	23.583	1.147	0.263	0.125	2.110	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.444
10.30	185.400	99.101	1.005	23.419	1.146	0.261	0.125	2.086	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.564
10.50	189.000	100.740	0.996	23.258	1.146	0.259	0.125	2.063	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.684
10.70	192.600	102.379	0.988	23.102	1.145	0.256	0.126	2.041	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.803
10.90	196.200	104.018	0.980	22.949	1.145	0.254	0.126	2.020	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.923
11.10	199.800	105.656	0.973	22.800	1.144	0.252	0.126	2.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.043
11.30	203.400	107.295	0.965	22.654	1.144	0.250	0.126	1.980	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.162
11.50	207.000	108.934	0.958	22.511	1.143	0.248	0.127	1.962	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.281
11.70	210.600	110.572	0.951	22.372	1.143	0.247	0.127	1.944	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.400
11.90	214.200	112.211	0.944	22.236	1.142	0.245	0.127	1.926	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.519
12.10	217.800	113.850	0.937	22.102	1.142	0.243	0.127	1.909	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.637
12.30	221.400	115.488	0.931	21.972	1.141	0.241	0.128	1.893	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.756
12.50	225.000	117.127	0.924	21.844	1.141	0.240	0.128	1.878	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.873
12.70	228.600	118.766	0.918	21.719	1.140	0.238	0.128	1.863	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.991
12.90	232.200	120.404	0.911	21.597	1.140	0.237	0.128	1.848	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.108
13.10	235.800	122.043	0.905	24.440	1.139	0.276	0.128	2.152	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.248
13.30	239.400	123.682	0.899	24.278	1.138	0.274	0.128	2.129	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.352
13.50	243.000	125.320	0.893	24.119	1.138	0.271	0.129	2.108	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.456
13.70	246.600	126.959	0.888	23.963	1.137	0.269	0.129	2.087	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.561
13.90	250.200	128.598	0.882	23.809	1.137	0.266	0.129	2.067	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.665
14.10	253.800	130.236	0.876	23.659	1.136	0.264	0.129	2.047	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.769
14.30	257.400	131.875	0.871	23.512	1.136	0.262	0.129	2.029	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.874
14.50	261.000	133.514	0.865	23.367	1.135	0.260	0.129	2.011	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.979
14.70	264.600	135.152	0.860	23.225	1.135	0.258	0.129	1.993	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.083
14.90	268.200	136.791	0.855	23.085	1.134	0.256	0.130	1.976	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.188

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Seed e Idriss (1982)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
5.10	91.800	56.496	1.369	16.427	0.924	0.183	0.114	1.60	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.30	95.400	58.135	1.348	16.171	0.921	0.180	0.115	1.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.50	99.000	59.773	1.327	15.926	0.918	0.177	0.116	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.70	102.600	61.412	1.308	15.691	0.915	0.174	0.116	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.90	106.200	63.051	1.289	15.465	0.912	0.172	0.117	1.47	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.10	109.800	64.689	1.271	15.248	0.909	0.169	0.117	1.45	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.30	113.400	66.328	1.253	15.040	0.906	0.167	0.118	1.42	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.50	117.000	67.967	1.237	14.839	0.903	0.165	0.118	1.40	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.70	120.600	69.605	1.221	14.646	0.900	0.163	0.118	1.37	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.90	124.200	71.244	1.205	14.460	0.897	0.161	0.119	1.35	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.10	127.800	72.883	1.190	14.280	0.894	0.159	0.119	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.30	131.400	74.521	1.176	14.107	0.891	0.157	0.119	1.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.50	135.000	76.160	1.162	13.939	0.888	0.155	0.120	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.70	138.600	77.799	1.148	17.221	0.885	0.191	0.120	1.60	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.90	142.200	79.437	1.135	17.025	0.882	0.189	0.120	1.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.10	145.800	81.076	1.122	16.835	0.879	0.187	0.120	1.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.30	149.400	82.715	1.110	16.650	0.876	0.185	0.120	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.50	153.000	84.353	1.098	16.472	0.873	0.183	0.120	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.70	156.600	85.992	1.087	16.298	0.870	0.181	0.120	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.90	160.200	87.631	1.075	16.130	0.867	0.179	0.120	1.49	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.10	163.800	89.269	1.064	15.966	0.864	0.177	0.120	1.47	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.30	167.400	90.908	1.054	15.807	0.861	0.176	0.120	1.46	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.50	171.000	92.547	1.044	15.653	0.858	0.174	0.120	1.44	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.70	174.600	94.185	1.033	15.502	0.855	0.172	0.120	1.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.90	178.200	95.824	1.024	15.356	0.852	0.171	0.120	1.42	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.10	181.800	97.463	1.014	18.256	0.849	0.203	0.120	1.69	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.30	185.400	99.101	1.005	18.090	0.846	0.201	0.120	1.67	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.50	189.000	100.740	0.996	17.927	0.843	0.199	0.120	1.66	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.70	192.600	102.379	0.987	17.769	0.840	0.197	0.120	1.64	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.90	196.200	104.018	0.979	17.614	0.837	0.196	0.120	1.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.10	199.800	105.656	0.970	17.463	0.834	0.194	0.120	1.62	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.30	203.400	107.295	0.962	17.316	0.831	0.192	0.120	1.61	Terreno non suscettibile di liquefazione

11.50	207.000	108.934	0.954	17.173	0.828	0.191	0.120	1.60	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.70	210.600	110.572	0.946	17.032	0.825	0.189	0.119	1.59	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.90	214.200	112.211	0.939	16.895	0.822	0.188	0.119	1.57	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.10	217.800	113.850	0.931	16.761	0.819	0.186	0.119	1.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.30	221.400	115.488	0.924	16.629	0.816	0.185	0.119	1.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.50	225.000	117.127	0.917	16.501	0.813	0.183	0.119	1.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.70	228.600	118.766	0.910	16.375	0.810	0.182	0.118	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.90	232.200	120.404	0.903	16.252	0.807	0.181	0.118	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.10	235.800	122.043	0.914	24.685	0.804	0.274	0.118	2.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.30	239.400	123.682	0.909	24.537	0.801	0.273	0.118	2.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.50	243.000	125.320	0.903	24.392	0.798	0.271	0.118	2.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.70	246.600	126.959	0.898	24.250	0.795	0.269	0.117	2.30	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.90	250.200	128.598	0.893	24.111	0.792	0.268	0.117	2.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.10	253.800	130.236	0.888	23.974	0.789	0.266	0.117	2.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.30	257.400	131.875	0.883	23.839	0.786	0.265	0.117	2.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.50	261.000	133.514	0.878	23.707	0.783	0.263	0.116	2.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.70	264.600	135.152	0.873	23.577	0.780	0.262	0.116	2.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.90	268.200	136.791	0.869	23.450	0.777	0.261	0.116	2.25	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.10	271.800	138.430	0.864	23.324	0.774	0.259	0.115	2.24	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.30	275.400	140.068	0.859	23.201	0.771	0.258	0.115	2.24	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.50	279.000	141.707	0.855	23.080	0.768	0.256	0.115	2.23	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.70	282.600	143.346	0.850	22.961	0.765	0.255	0.115	2.23	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.90	286.200	144.984	0.846	22.844	0.762	0.254	0.114	2.22	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

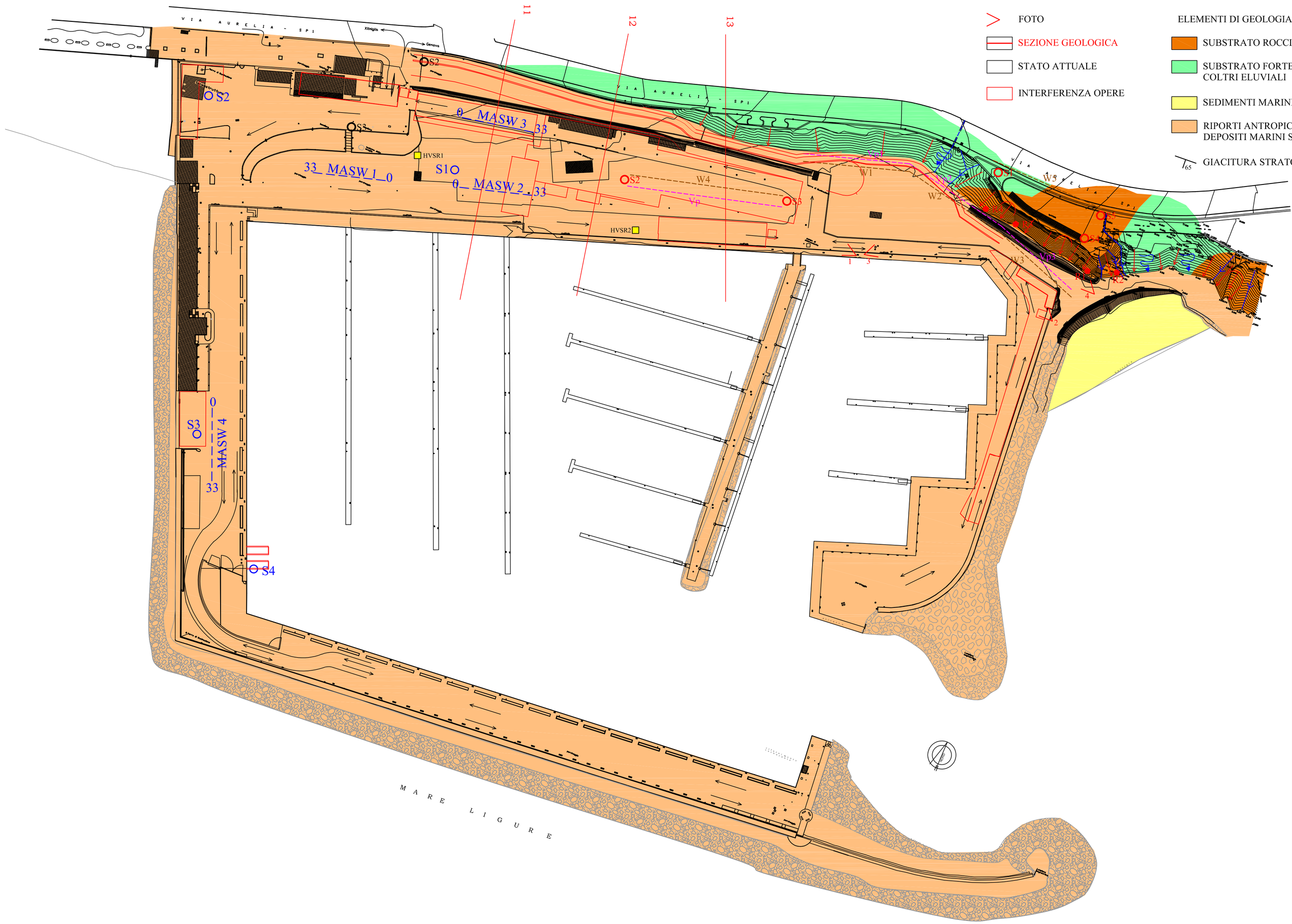
Tokimatsu e Yoshimi

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Coefficiente correttivo (rn)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
5.10	91.800	56.496	0.924	0.500	0.374	0.101	3.70	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.30	95.400	58.135	0.921	0.500	0.360	0.102	3.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.50	99.000	59.773	0.918	0.500	0.348	0.102	3.40	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.70	102.600	61.412	0.915	0.500	0.337	0.103	3.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.90	106.200	63.051	0.912	0.500	0.326	0.103	3.16	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.10	109.800	64.689	0.909	0.500	0.316	0.104	3.05	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.30	113.400	66.328	0.906	0.500	0.307	0.104	2.95	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.50	117.000	67.967	0.903	0.500	0.299	0.105	2.86	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.70	120.600	69.605	0.900	0.500	0.291	0.105	2.77	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.90	124.200	71.244	0.897	0.500	0.284	0.105	2.70	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.10	127.800	72.883	0.894	0.500	0.277	0.105	2.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.30	131.400	74.521	0.891	0.500	0.270	0.106	2.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.50	135.000	76.160	0.888	0.500	0.264	0.106	2.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.70	138.600	77.799	0.885	0.500	0.457	0.106	4.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.90	142.200	79.437	0.882	0.500	0.441	0.106	4.15	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.10	145.800	81.076	0.879	0.500	0.426	0.106	4.01	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.30	149.400	82.715	0.876	0.500	0.412	0.106	3.87	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.50	153.000	84.353	0.873	0.500	0.399	0.106	3.74	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.70	156.600	85.992	0.870	0.500	0.386	0.107	3.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.90	160.200	87.631	0.867	0.500	0.375	0.107	3.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.10	163.800	89.269	0.864	0.500	0.364	0.107	3.41	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.30	167.400	90.908	0.861	0.500	0.354	0.107	3.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.50	171.000	92.547	0.858	0.500	0.344	0.107	3.23	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.70	174.600	94.185	0.855	0.500	0.335	0.107	3.14	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.90	178.200	95.824	0.852	0.500	0.327	0.107	3.07	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.10	181.800	97.463	0.849	0.500	0.557	0.106	5.23	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.30	185.400	99.101	0.846	0.500	0.537	0.106	5.05	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.50	189.000	100.740	0.843	0.500	0.519	0.106	4.88	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.70	192.600	102.379	0.840	0.500	0.501	0.106	4.72	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.90	196.200	104.018	0.837	0.500	0.485	0.106	4.57	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.10	199.800	105.656	0.834	0.500	0.470	0.106	4.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.30	203.400	107.295	0.831	0.500	0.455	0.106	4.30	Terreno non suscettibile di liquefazione

11.50	207.000	108.934	0.828	0.500	0.442	0.106	4.18	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.70	210.600	110.572	0.825	0.500	0.429	0.106	4.06	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.90	214.200	112.211	0.822	0.500	0.417	0.105	3.95	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.10	217.800	113.850	0.819	0.500	0.406	0.105	3.85	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.30	221.400	115.488	0.816	0.500	0.395	0.105	3.76	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.50	225.000	117.127	0.813	0.500	0.385	0.105	3.67	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.70	228.600	118.766	0.810	0.500	0.375	0.105	3.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.90	232.200	120.404	0.807	0.500	0.366	0.105	3.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.10	235.800	122.043	0.804	0.500	1.841	0.104	17.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.30	239.400	123.682	0.801	0.500	1.762	0.104	16.90	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.50	243.000	125.320	0.798	0.500	1.688	0.104	16.22	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.70	246.600	126.959	0.795	0.500	1.617	0.104	15.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.90	250.200	128.598	0.792	0.500	1.551	0.104	14.97	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.10	253.800	130.236	0.789	0.500	1.489	0.103	14.40	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.30	257.400	131.875	0.786	0.500	1.429	0.103	13.86	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.50	261.000	133.514	0.783	0.500	1.373	0.103	13.35	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.70	264.600	135.152	0.780	0.500	1.320	0.103	12.86	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.90	268.200	136.791	0.777	0.500	1.270	0.102	12.40	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.10	271.800	138.430	0.774	0.500	1.223	0.102	11.97	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.30	275.400	140.068	0.771	0.500	1.178	0.102	11.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.50	279.000	141.707	0.768	0.500	1.135	0.102	11.17	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.70	282.600	143.346	0.765	0.500	1.095	0.101	10.80	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.90	286.200	144.984	0.762	0.500	1.056	0.101	10.45	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

SCALA 1:1000



FOTO

SEZIONE GEOLOGICA

STATO ATTUALE

INTERFERENZA OPERE

ELEMENTI DI GEOLOGIA

SUBSTRATO ROCCIOSO

SUBSTRATO FORTEMENTE ALTERATO E COLTRI ELUVIALI

SEDIMENTI MARINI SCIOLTI

RIPORTI ANTROPICI SOVRASTANTI DEPOSITI MARINI SOMMERSI E COSTIERI

GIACITURA STRATO

ELEMENTI DI GEOMORFOLOGIA/IDROGEOLOGIA

EROSIONE MARINA

IMPLUVI/TOMBINATURE

RUSCELLAMENTO DIFFUSO

EROSIONE INCANALATA

DISSESTI PUNTUALI

SCIVOLAMENTO MATERIALE SCIOLTO

INDAGINI PREGRESSE

S2 VECCHI SONDAGGI A ROTAZIONE

Indagini recenti (2011)

S1 SONDAGGI A ROTAZIONE

R1 STAZIONI DI RILEVAMENTO

HVSR1 SISMICHE PASSIVE HVSR

W1 SISMICHE ATTIVE MASW

Vp SISMICHE A RIFRAZIONE

NUOVE INDAGINI

MASW

S1 SONDAGGIO A ROTAZIONE

COMUNE DI ANDORA
PROVINCIA DI SAVONA

PUO A MODIFICA DELLO S.U.A. APPROVATO CON PROVVEDIMENTO FINALE IN DATA 16/03/2010 - DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE TR-CO2 IN VARIANTE AL PUC

oggetto	RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - INTEGRAZIONI CARTA DI ANALISI
Scala	Varie
Data	Aggiornamento febbraio 2019
Proggettisti	Arch. Paolo Ghione Arch. Antonella Nalbone Arch. Isabella Rabellino Geol. Vittorio Vezzaro

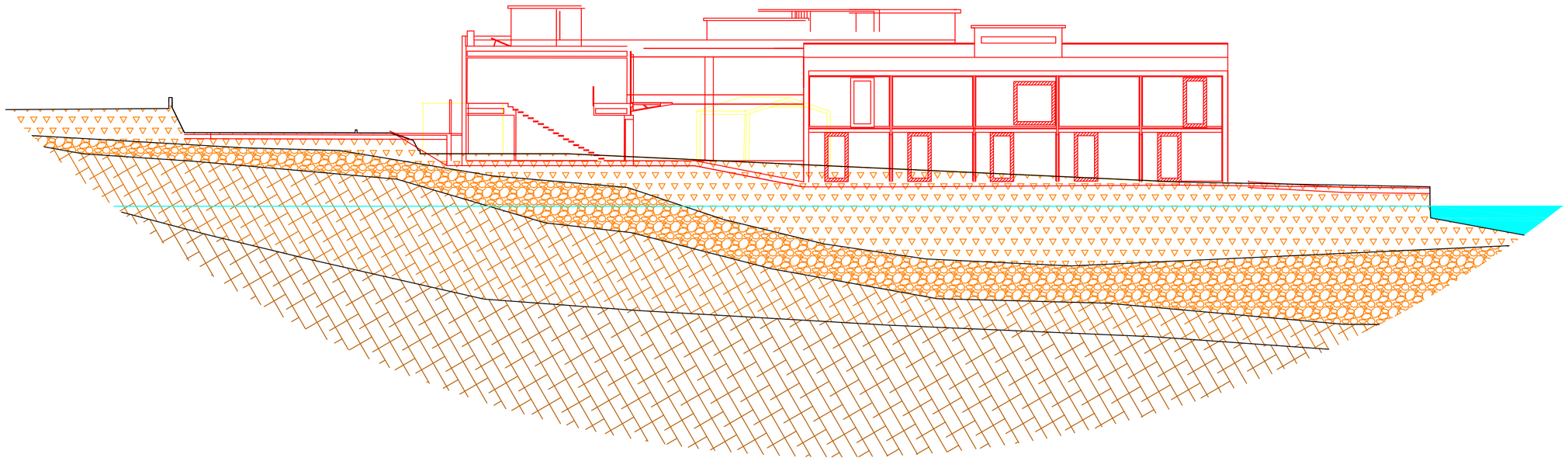
revisioni

	data	note		
1				
2				
3				
4				
5				

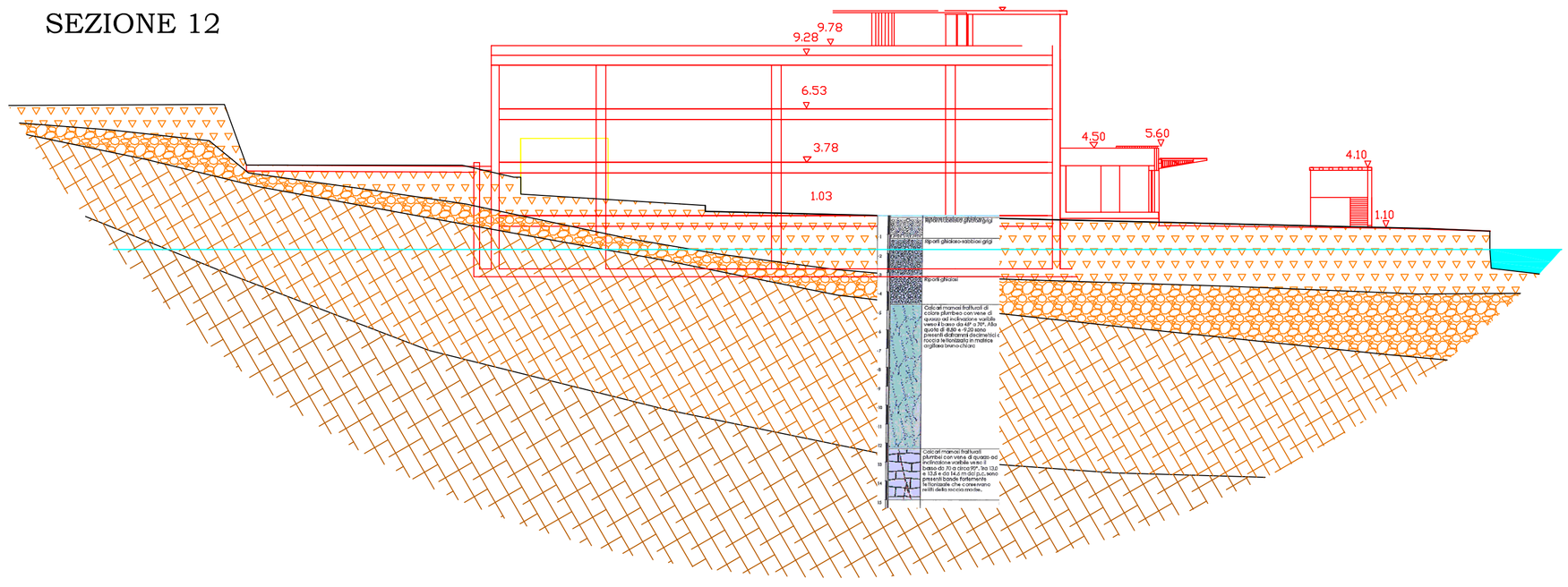
Elaborato

4.1

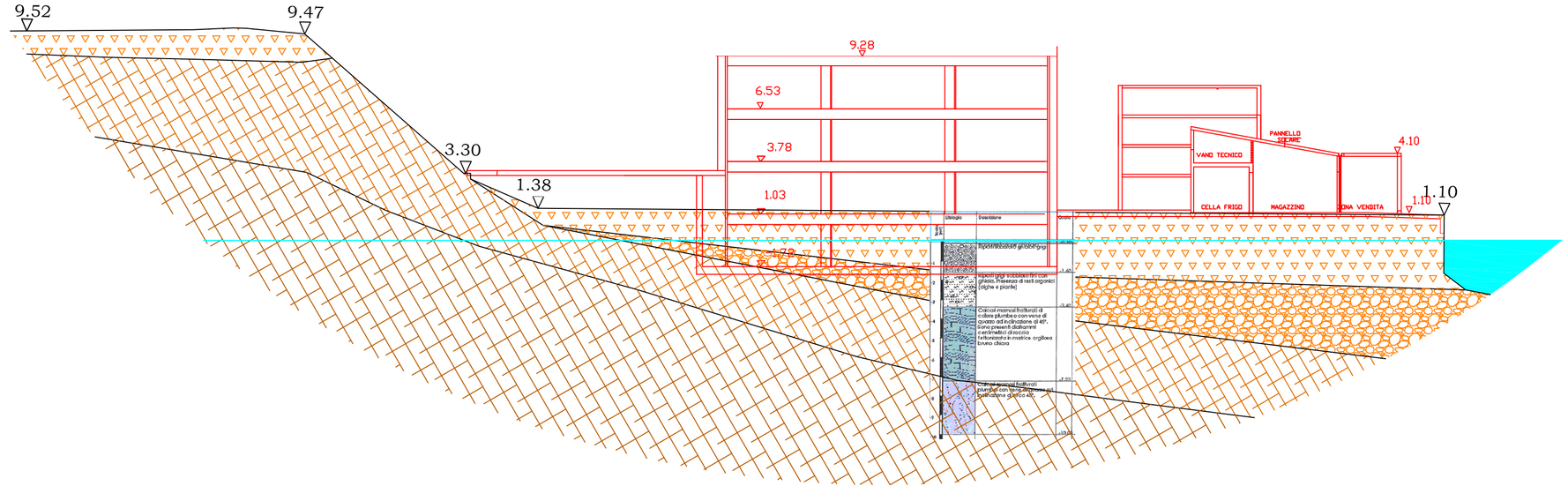
SEZIONE 11



SEZIONE 12



SEZIONE 13



DEMOLITO
INTERFERENZA OPERE
STATO ATTUALE
MARE
RIPORTI ANTROPICI/ COLTRI
DEPOSITI MARINI (GHIAIA E SABBIA
SUSTRATO ALTERATO
SUSTRATO MASSIVO
LIVELLO FALDA

COMUNE DI ANDORA
PROVINCIA DI SAVONA

PUO A MODIFICA DELLO S.U.A. APPROVATO CON PROVVEDIMENTO FINALE IN DATA 16/03/2010 - DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE TR-CO2 IN VARIANTE AL PUC

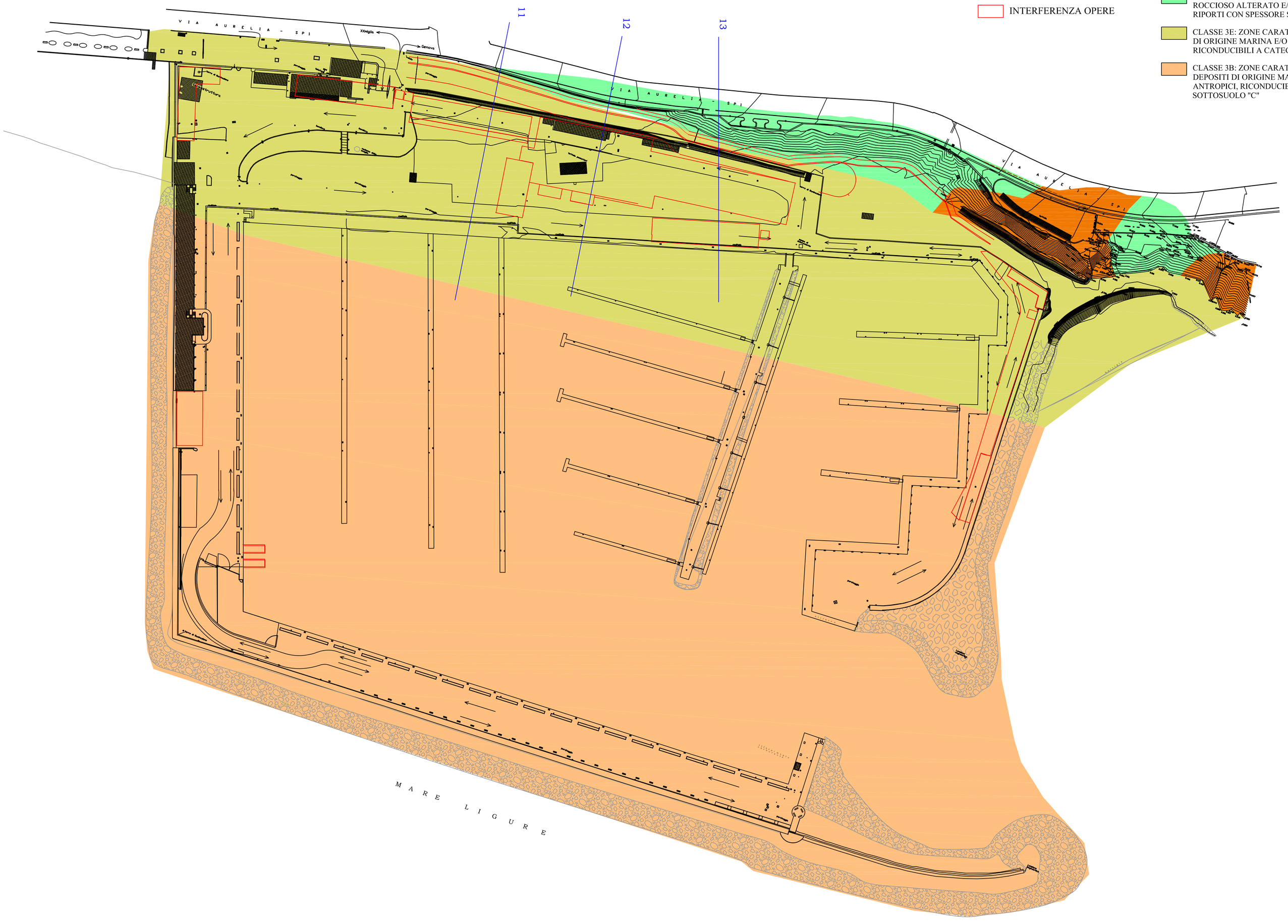
oggetto	RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - INTEGRAZIONI CARTA DI ANALISI SEZIONI GEOLOGICHE
Scala	1:200
Data	Aggiornamento febbraio 2019
Proggettisti	Arch. Paolo Ghione Arch. Antonella Nalbone Arch. Isabella Rabellino Geol. Vittorio Vezzaro

revisioni

	data	note		
1				
2				
3				
4				
5				

Elaborato

4.2



COMUNE DI ANDORA
PROVINCIA DI SAVONA

PUO A MODIFICA DELLO S.U.A. APPROVATO CON PROVVEDIMENTO FINALE IN DATA 16/03/2010 - DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE TR-CO2 IN VARIANTE AL PUC

oggetto	RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - INTEGRAZIONI CARTA DI SINTESI
Scala	1:1000
Data	Aggiornamento febbraio 2019
Proggettisti	Arch. Paolo Ghione Arch. Antonella Nalbone Arch. Isabella Rabellino Geol. Vittorio Vezzaro

revisioni

	data	note		
1				
2				
3				
4				

Elaborato

4.3